НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
„КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО”
Інженерно-хімічний факультет
Кафедра хімічного, полімерного та силікатного машинобудування

До захисту допущено

Завідувач кафедри

_____О.В.Гондлях

«_____» _____201 р.

Дипломний проект

на здобуття ступеня бакалавра

з напряму підготовки *133 – Галузеве машинобудування*

на тему: агрегат для виготовлення труб з модернізацією екструдера

Студент групи *IV к. ЛП-61-1* *Войтенко Вадим Анатолійович*_____
(шифр групи) (прізвище, ім’я, по батькові) (підпис)

Керівник проекту: кандидат технічних наук, доцент Сідоров Д.Е.

(вчена ступінь, звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Консультанти

ТЕХ. МАШ. Борщи С.О._____

ПЕРЕВІРКА НА СХОЖІСТЬ __Щербина В.Ю._____

РЕЦЕНЗЕНТ_____

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент (-ка) _____

Київ 2020 рік

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Інженерно-хімічний факультет

Кафедра хімічного, полімерного і силікатного машинобудування

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Напрям підготовки –*133 – Галузеве машинобудування*

Програма професійного спрямування - - Інжиніринг, обладнання та технології виробництв полімерних та будівельних матеріалів і виробів.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ **О.В.Гондлях**

«___»_____2018 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту

Войтенку Вадиму Анатолійовичу

1. Тема проекту «Агрегат для виготовлення труб з модернізацією екструдера», керівник проекту Сідоров Дмитро Едуардович кандидат технічних наук, доцент, затверджені наказом по університету від «хх. хх» 2020 р. № ХХХ

2. Термін подання студентом проекту 11.06.2020р.

3. Вихідні дані до проекту

Зовнішній діаметр труб 55,мм. Товщина стінки 8.4,мм. Потужність що споживається 45кВт. Габаритні розміри: довжина 28500мм, ширина 2260мм, виота 2100мм.

4. Зміст пояснювальної записки

Реферат. Перелік позначень. І пояснювальна записка. ІІ Розділ розрахунки. ІІІ Технологія машинобудування. Перелік посилань. Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу

ЛП61-1.017240.000-70 - плакат

ЛП61-1.017240.002-70 – головка модернізована

ЛП61-1.017240.003-70 – агрегат для виробництва труб

ЛП61-1.017240.004-70 – лінія для виготовлення труб

6. Консультанти розділів проекту*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Тех. машино будув.	Борщик О.С.		
Перевірка на схожість	Щербина В.Ю.		

Дата видачі завдання

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка

Студент Войтенко В.А.

Керівник проекту Сідоров Д.Е.

Перелік вкладень

Реферат з ключовими словами (укр..мова)

Реферат з ключовими словами (рос..мова)

Реферат з ключовими словами (англ..мова)

Перелік позначень

I Пояснювальна записка до графічної частини ПЗ

II Розділ розрахунки РР

III Технологія машинобудування ТЕ

Висновки

Додатки

РЕФЕРАТ

Агрегат для изготовления труб с модернизацией экструдера »: Дипломный проект образовательно-квалификационного уровня« бакалавр »по направлению подготовки 133- Отраслевое машиностроение (программа профессионального направления« Инжиниринг, оборудование и технологии производства полимерных и строительных материалов и изделий ») / НТУУ« КПИ » руководитель Сидоров Д.Е. - 87с. Исполнитель. - Войтенко В.А.

Работа состоит из введения и трех разделов. Общий объем работы 87 листов основного текста и 3 приложений.

Целью работы является модернизация головки для производства труб из полиэтилена. Спроектированная линия позволит выпускать трубы из полиэтилена, которые имеют значительный ряд преимуществ по сравнению с трубами из чугуна и стали.

В данной работе был спроектирован червячный пресс ЧП-45. Выполнены все необходимые параметрические расчеты, тепловые расчеты и расчеты на прочность.

ЭКСТРУДЕР, ТРУБНАЯ ЛИНИЯ, ЧЕРВЯЧНЫЙ ЭКСТРУДЕР, ПОЛИЭТИЛЕН, ГОЛОВКА ТРУБНАЯ, МОДЕРНИЗАЦИЯ

РЕФЕРАТ

"Агрегат для виготовлення труб з модернізацією екструдера": Дипломний проект освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» за напрямом підготовки 133- Галузеве машинобудування (програма професійного спрямування «Інжиніринг, обладнання та технології виробництв полімерних та будівельних матеріалів і виробів») / НТУУ «КПІ» ; Керівник Сідоров Д.Е. - 87с. Виконавець. – Войтенко В.А.

Робота складається з вступу і трьох розділів. Загальний обсяг роботи 87 аркушів основного тексту та 3 додатків.

Метою роботи є модернізація головки для виробництва труб з поліетилену. Спроектована лінія дозволить випускати труби з поліетилену, які мають значний ряд переваг в порівнянні з трубами з чавуну і сталі.

У даній роботі був спроектований черв’ячний прес ЧП-45. Виконані всі необхідні параметричні розрахунки, теплові розрахунки і розрахунки на міцність.

ЕКСТРУДЕР, ТРУБНА ЛІНІЯ, ЧЕРВ'ЯЧНИЙ ЕКСТРУДЕР, ПОЛІЕТИЛЕН, ГОЛОВКА ТРУБНА, МОДЕРНІЗАЦІЯ.

ABSTRACT

"Line for the production of polyethylene pipes with the development of the press

PE-45": Diploma project of educational qualification of "bachelor" for the training direction 133- Industrial engineering (professional program“ Engineering, equipment and technologies for the production of polymer and building materials and products ”)/ NTUU "KPI" ; Present work is performed under the direction of teacher NTUU“ KPI ” Sidorov D.E. - 87s. Executor. - Voitenko V.A.

The work consists of an introduction and three sections. The total volume of 87 pages of main text, 3 applications.

The aim is modernization of the head of the production of polyethylene pipes. Designed line will allow to produce polyethylene pipes, which have a significant number of advantages compared with the pipes of iron and steel.

The screw extruder is designed in the paper. Achieved required parametric calculations and strength calculations.

Results of diploma project have been considered at chair CPSE seminar

EXTRUDER, PIPE LINE, SCREW EXTRUDER, POLYETHYLENE, PIPE HEAD, MODERNIZATION.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ ТА ІНДЕКСІВ

Умовні позначення

D - діаметр черв`яка, мм;

e - ступінь чорноти корпуса машини;

E – модуль пружності, Мпа.

F - площа зовнішньої головки, м²;

Gм - продуктивність машини, м³/год;

L - довжинf черв'яка, мм;

n – кількість оборотів червяка, об/хв;

N - потужність двигуна, кВт;

p - об'ємна маса матеріалу, кг/ м³;

P - потужність нагрівників, кВт;

$t_{поч}$ - температура води початкова, С;

$t_{кін}$ - температура води кінцева, С;

Тпоч - початкова температура матеріалу, С;

Ткін - температура розплаву на виході, С;

α - коефіцієнт тепловіддачі, Вт/м²*К;

Скорочення

ПЗ - пояснювальна записка;\

РР – розділ розрахунки

ТЕ – технології машинобудування

Індекси

max – максимальний;

min – мінімальний;

Пояснювальна записка

до дипломного проекту

на тему: «Агрегат для виробництва труб з модернізацією екструдера»

Київ 2020

ЗМІСТ

Вступ

В сьогоденні популяризувалися полімерні труби, які використовують в магістральних трубопроводах та дають змогу з колосальною економічною ефективністю заміняти металеві труби.

Новітні спорядження та технічні прийоми виробництва напірних труб з полімерів при будівництві зовнішніх мереж (водопроводи, артезіанський шпар, система меліорацій безнапірних та напірних каналізаційних колекторів, електротехнічні канали) реалізовують ряд прерогативів на відміну від труб з чавуна та сталі, а саме :значно менша маса; стійкість до гідравлічного удару; під час замерзання рідини в трубах вони не руйнуються через свою еластичність – після розмороження функціонують без змін; також результатом значної пластичності є можливість будування водопроводів переважно без компенсаторів; у 10 разів порівняно зі сталлю має стійкість до зношування цим самим дозволяє гідротранспорту використовувати дані труби; стійкі до корозії, комфортабельні під час монтажних та ремонтно-будівельних робіт, доступна ціна (порівняно з металевими трубами перевага в сумі на 20-30% нижча)

Проблематика та можливості прогресу технологічних ліній для виробництва полімерних труб, машинобудівної бази для їх втілення, в тому числі на Україні умови ринку полімерперебного спорядження тісно пов'язані з виготовленням полімерної трубної продукції. У ЗМІ даної галузі цьому надавали чимало уваги.

Низку прогалин врегульовано, але й надалі приділяється багато зусиль задля вдосконалення. В наш час реалізувалися найголовніші прогнозування – стрімкий розвиток обладнання для екструзії, збільшення попиту в полімерних трубах. Виготовлення труб та створення задля цього обладнання – тема, яка потебує уваги цим самим є актуальною та проблемною.

Світова статистика показує, що зараз виготовляють полімерні труби в рази більше, ніж з інших матеріалів. Розмаїття полімерів та композицій забезбечують наявності великої кількості технологій для виробництва труб, а також спеціалізованого обладнання з метою виконання таких технологій.

Таким чином, тема дипломного проекту є актульною та відповідає сучасним нормам

Мета проекту: розробка ліній для виготовлення полімерних труб з розробкою черв'ячного екструдера, а саме: виконати параметричний розрахунок і розрахунки для міцності основних вузлів та деталей черв'ячної машини, що стануть доводом працездатності лінії; проаналізувати розділи з охорони праці, технології машинобудування.

Модернізація головки полягає у зменшенні термічного опоро в результаті чого вдається знизити опороємність виготовлення труб та усувається можливість утворення спеїв у готових виробах, що значно покращує його якість

Завдання на дипломний проект було видано під час проходження переддипломної практики.

1 Опис технологічного процесу пресу черв'ячного ЧП 45

Лінія для виготовлення поліетиленових труб, що проектується, призначена для виготовлення труб діаметром 55 мм з товщиною стінки 8,4 мм з поліетилену марки "Бален-02003" методом екструзії, який полягає у безперервному проштовхуванні розплаву полімерного матеріалу через формуючий кільцевий зазор трубної екструзійної головки.

Дану лінію можна використовувати на різних підприємствах з переробки полімерних матеріалівта та хімічної промисловості, на заводах з виготовлення будівельних матеріалів

Фундаментальною лінією для модернізації є лінія для виготовлення поліетиленових труб ЛТМ 45 – 10/30, розроблена на НПО "Більшовик".

Склад лінії включає: черв’ячний прес ЧП 45×25 1, пневмозавантажувач 2, установка головки трубної 3, вакуумна ванна охолодження 4, рейковий шлях 5, водяна ванна охолодження 6, пристрій для маркування 7, пристрій тягнучий 8, відрізний пристрій 9, приймальний пристрій 10 (рисунок 1.1).

Результат експлуатації показує, що продуктивність лінії та якість виробів, отриманих не є високими, також до недоліків вказаної раніше лінії - низька універсальність перероблюваних матеріалів. Беручи це до уваги варто зазначити, що лінія потребує модернізації, мета якої є покращення технічних характеристик, якості виробів і, як наслідок, отримання економічного ефекту.

Принцип дії лінії полягає в наступному: матеріал, що перероблюється, у вигляді гранул завантажується у завантажувальний пристрій, звідки потрапляє до завантажувальної горловини черв’ячного преса ЧП 45×25 де гомогенізується та видавлюється крізь кільцевий отвір трубної формуючої головки у вигляді гладкої трубної заготовки. З формуючої головки заготовка труби потрапляє до калібру, де калібрується по зовнішньому діаметру та попередньо охолоджується до утворення на зовнішній поверхні труби твердої корки. Кінцеве охолодження труби відбувається у вакуумній ванні охолодження, яка з’єднана з калібратором, у межах температур 30–40° С.

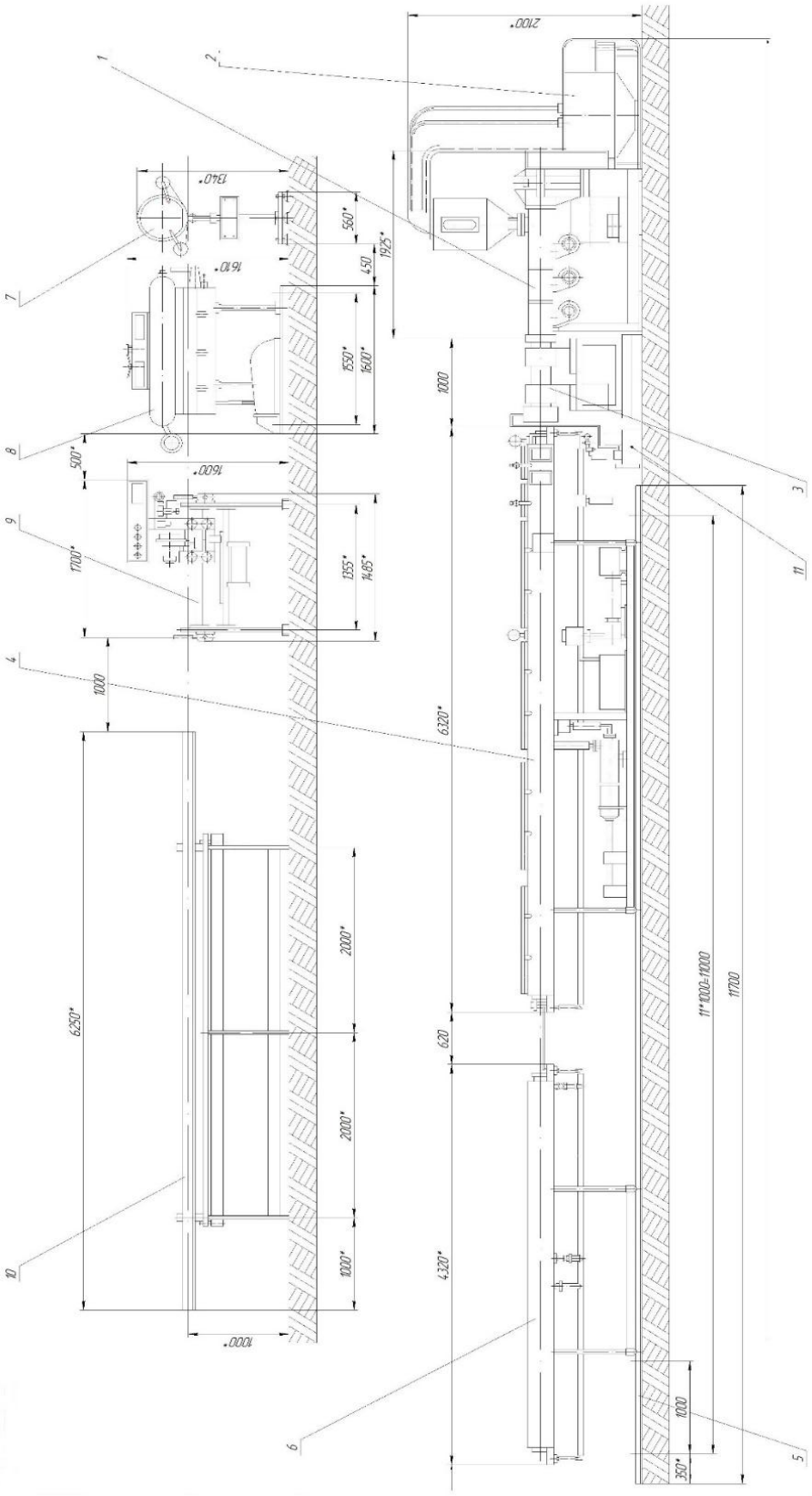


Рисунок 1.1 – Загальний вигляд лінії для виробництва труб з поліпропілену з модернізованою головкою

					ЛП61-1.01116.02-70РР			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Войтенко В.А.			Агрегат для виготовлення труб з модернізацією екструдера	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.							1	
Керівник						НТУУ "КПІ" ІХФ, ХПСМ		
Н. Контр.								
Затверд.								

Протягування труби через калібр та ванну відбувається за допомогою тягнучої машиною, яка вподальшому подає трубу на пристрій для відрізання, в якому труба ріжеться на однакові відрізки номінальною довжиною 6 м. Нарізані труби подаються до приймального пристрою та за сигналом кінцевимикача скидаються у нагромаджувач пристрою. У нагромаджувачі утворюється пакет з подальшою перев'язкою його вручну.

Екструдер для виготовлення труб ЧП 45×25 функцією якого є переробка гранульованих термопластів у однорідний розплав та рівномірного видавлювання крізь головку трубну. Черв`ячна машина складається з циліндричного товстостінного корпуса, у якому здійснює обертання черв'як. На корпусі екструдера встановлено електронагрівники, для обігрівання циліндру. В самому черв'яку просвердлено осьовий отвір для подачі охолоджуючої рідини всередину. Задля уникнення перегріву корпуса черв`ячної машини, на ньому встановлено вентилятори, які охолоджують зони нагріву.

Привод обертання шнеку відбувається за допомогою електродвигуна, клинопасової передачі та одноступінчастого циліндричного редуктора.

Установка головки для виготовлення труб складається з: трубної головки та візка. Функцією головки є формування трубних заготовок з поліетилену марки "Бален-02003" ТУ 2211-020-00203521-96 номінальним діаметром 20–55мм. Головка має прямотечійну конструкцію з дорнотримачем кошикового типу. Змінний інструмент (дорни та матриці) дають змогу виробляти труби різних діаметрів та різної товщини стінки. Профіль вхідних зон матриць та дорнів виконано за клотоідою. Нагрівання головки здійснюється за допомогою електронагрівників. Використання візка для монтажу складальних одиниць, які входять до складу головки, дає змогу швидко та зручно виконувати монтаж та демонтаж головки.

Вакуумна ванна охолодження призначена для охолодження труб з термопластів при вакуумному калібруванні. Ванна встановлюється після черв`ячного екструдера

Складові компоненти ванни: корпуса, рами, бака, насоса вакуумного, насоса відцентрового та механізму переміщення.

Тіло ванни - це шестиметрова камера з огородженим тамбуром. Верх камери закритий кришками. На правій торцевій стінці корпусу є отвір для кріплення датчиків за допомогою гумових ущільнень. У лівому кінці та проміжній стінці є отвори зі змінними гумовими ущільнювачами. На корпусі є одиниці роликів важільного типу, які можна виставити над трубою. Каркас - це зварена конструкція прямокутних труб. У нижній частині до неї кріпляться колеса для переміщення ванни залізницею. Рама оснащена: вакуумним насосом для створення вакууму у ванні і калібрі, баком і відцентровим насосом для циркуляції води у ванні, а також зубчастим двигуном з гвинтовим механізмом для поздовжнього переміщення ванни по рейки.

Тіло ванни має можливість переміщатися вертикально і поперечно до центру своєї осі з віссю голови. Вертикальний рух здійснюється шляхом регулювання положення осі коліс відносно рами. Поперечний рух ванни обумовлений поперечним рухом осі колеса. Крім цих агрегатів, ванна обладнана напірними, зливними та вакуумними трубами, переливними форсунками та вакуумметрами.

Тягнуча машина складається з основи, верхнього переходу, нижнього переходу, ланцюга колії, нижнього приводу пересування, верхнього поперечного гвинта, панелі управління та направляючих роликів. Привід колійних ланцюгів складається з електродвигуна, зчеплення, черв'ячної коробки передач, вертикальних валів і конічних шестерних пар, які передають обертальний рух до колійних ланцюгів.

Прилад маркування РМТ-1 призначений для маркування шляхом друку за допомогою кольорової стрічки і складається зі стійки та трьох гнізд.

Ріжучий пристрій призначений для різання труб з полімерних матеріалів на сегменти заданої довжини і встановлюється в лінію після тягнучої машини. Ріжучий пристрій складається з таких основних частин: рама, каретка, механізм руху вагона. Кузов візка - це візок, який переміщує свої чотири ролики на направляючій рамі.
Маятник - це важіль, який може обертатися в опорі підшипника. На кінці маятника закріплена циркулярна пилка, яка обертається через ремінь клинового ременя від двигуна. Маятник обертається пневматичним циліндром. Затискними механізмами виробу є пневматичні балони з башмаками, прикріпленими до кінців стрижнів. За командою системи автоматизації затискні механізми жорстко притискають виготовлену трубу до башмаків кронштейна на корпусі каретки.

Механізм руху каретки складається з пневматичного циліндра, корпус якого жорстко закріплений на станині, а шток кріпиться до корпусу каретки.

Регулювання елементів пневматичної системи клапана зниження тиску та пневматичного дроселя дає можливість встановити швидкість перевезення, близьку до швидкості виготовленого виробу під час різання останнього, та забезпечує швидке повернення каретки у вихідне положення після різання .

Управління пристроєм здійснюється за допомогою панелі управління пристроєм. Ріжучий пристрій може працювати в двох режимах: напівавтоматичний та автоматичний за сигналом від приймаючого пристрою.

Приймальний пристрій призначений для прийому труб, виготовлених з полімерних матеріалів, отриманих екструзією, та упаковки їх у нагромаджувачі. Приймальний пристрій встановлюється в рядку після ріжучого пристрою. Пристрій складається з основи, приймального лотка, опор, пневматичної системи, пневматичного циліндра обертання лотка та двох кінцевих вимикачів.

Основа складається з вертикальної стійки, на якій встановлений приймальний лоток, пневматичний циліндр, пневматична система, кінцеві вимикачі, три горизонтальні балки, на яких встановлені лапи накопичувача. Лоток призначений для прийому і зливу труб в нагромаджувач, об'єм якого призначений для упаковки 100 труб номінальним діаметром 55 мм.

2 Технічна характеристика черв'ячного пресу

1) Продуктивність лінії – кг/год., не більше 50

2) Характеристики виробів:

– зовнішній діаметр труб – ,мм 55

– товщина стінки – ,мм 8,4 + 1

– довжина труб у відрізках – ,мм 6000 ± 100

3) Лінійна швидкість відведення виробів, що кінематично

Забезпечується механізмами – ,м/хв 0,5–5

4) Потужність, що споживається – кВт. 45

5) Встановлена потужність – кВт, не більше 52,65

6) Електропостачання:

– сітка змінного струму – трифазна з глухозаземленою нейтраллю;

– напруга –В; 380/220

– частота – Гц. 50

7) Повітропостачання:

– стиснуте повітря 7–9 класу забрудненості за ГОСТ 17433-80;

– тиск – МПа; 0,3–0,6

– об'ємна витрата – $м^3$/год., не більше 1,5

8) Водопостачання:

– тиск води – МПа; 0,2 – 0,4

– витрата – $м^3$/год. 3,5

9) Габаритні розміри:

– довжина – мм; 28500 ± 200

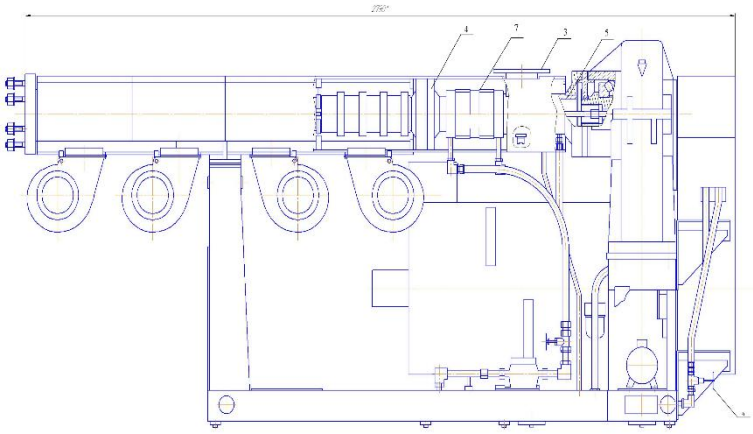
– ширина – мм; 2260 ± 100

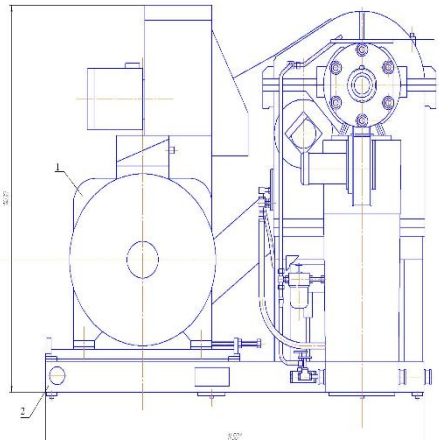
– висота – мм. 2100 ± 100

10) Маса – кг, не більше 6200

3 Опис і обгрунтування обраної конструкції черв’ячного пресу ЧП 45×25

Екструдер черв’ячний ЧП 45×25 призначений для безперервної переробки гранульованих термопластів в однорідний розплав і рівномірного видавлювання його крізь головку трубну (рисунок 3.1).





1 - привід преса, 2 - станина, 3 - воронка завантажувальна, 4 - корпус,

5 - черв’як, 6 - система охолодження, 7 - система нагрівання

Рисунок 3.1 – Схема ЧП 45×25

Основним робочим органом преса є товстостінне циліндричне тіло, в якому обертається черв'як . Черв'яки, діаметр яких може бути від 20 до 500 мм і більше, характеризуються геометрією перерізу каналу, довжиною зрізу, кроком, ступенем стиснення та кількістю різання кроки.

По мірі обертання хробака матеріал транспортується по гвинтовому каналу, утвореному внутрішньою поверхнею циліндра, і черв'як розрізається. Транспортування супроводжується інтенсивною деформацією матеріалу і підвищенням тиску.

Одночасно відбуваються різні процеси: нагрівання матеріалу за рахунок енергії розсіювання та енергії, що надходить з системи опалення циліндра; ініціюється підвищенням температури і тиску хімічних, фазових і

інші перетворення, ущільнення та монолітизація сипучих матеріалів; змішування компонентів; вилучення газоподібних та інших компонентів з матеріалів.

У зоні живлення відбувається прийом оброблюваного матеріалу та його рух у напрямку зони плавлення та ущільнення. Для підвищення продуктивності площа завантаження виконується з великим об'ємом шнекового каналу черв'яка.

У зоні плавлення відбувається плавлення полімеру, його ущільнення та дегазація. Для ефективного здійснення цих процесів черв'ячний канал у зоні плавлення виконується з поступово зменшуваним об'ємом, що досягається в більшості випадків за рахунок зменшення глибини каналу, кроку спіралі або двох цих параметрів.

У зоні дозування розплав змішується і тиск збільшується, під дією якого розплав проштовхується через формуючий інструмент.

Довжина функціональних зон екструдера може значно змінюватися в залежності від властивостей матеріалу, що обробляється, та особливостей технології обробки.

Бункер - це товстостінний циліндр з завантажувальним отвором і водяною курткою. Він складається з корпусу та вставної втулки. Електродвигун встановлений на зовнішній поверхні бункера завантажувального бункера.

Температура поверхні втулки регулюється термоелектричним перетворювачем у комплекті з вторинним пристроєм. Корпус має форму товстостінного циліндра, який з'єднаний фланцевим з'єднанням з бункером. Корпус має чотири зони нагріву електричними нагрівачами опору. Охолодження зон корпусу здійснюється чотирма незалежними

вентиляторами. На ньому встановлені термоелектричні перетворювачі для контролю температури корпусу.

Зони розділені перегородками. Ззовні корпус закритий теплоізоляційним кожухом.

Система охолодження призначена для охолодження бункера, черв’яка, масла в корпусі коробки передач.

Черв'як з'єднаний з втулкою адаптера радіального упорного підшипника за допомогою шліцевого з'єднання. Цей вал підключений до низькошвидкісної коробки передач за допомогою шліцевого з'єднання.

Формувальна головка кріпиться до циліндра екструдера фланцевим з'єднанням.

Корпус складається з завантажувальної та плавильної частини. Всі деталі з'єднані фланцями. З іншого боку, блок радіальних упорних підшипників також підключається до навантажувальної частини корпусу за допомогою фланців.

Нагрівачі встановлюються на плавильній частині корпусу, завдяки якій корпус нагрівається і полімер плавиться. Навантажувальна частина корпусу має канали для подачі води, які охолоджують екструдер.

4. Патентно-літературний огляд конструкцій черв’ячного пресу

Під час проходження переддипломної практики було зроблено огляд технічної літератури з метою аналізу конструкцій і принципу дії черв’ячного пресу. В результаті аналізу конструкції черв’ячного пресу було виявлені такий його недолік як невисока змішувально-диспергуюча дія , оскільки черв’як має незмінну геометрію робочого каналу. Виходячи з індивідуального завдання переддипломної практики «Агрегат для грануляції полістиролу з модернізацією черв’ячного пресу», було вирішено модернізувати черв’як. Для цього було проведено патентно-літературний огляд конструкцій шнеку. Було знайдено 6 технічних рішень для модернізації черв’яка на основі патентів.

У патенті №140036 UA представлена корисна модель що належить до обладнання для переробки термопластичних матеріалів. В основу корисної моделі поставлена задача, що полягає в удосконаленні екструзійної головки, у якій нове конструктивне виконання її знімного радіатора охолодження забезпечує щільний контакт між радіатором охолодження та зовнішньою поверхнею циліндричного корпусу під час експлуатації головки, а отже надійну та ефективну роботу радіатора охолодження та 30 екструзійної головки в цілому.

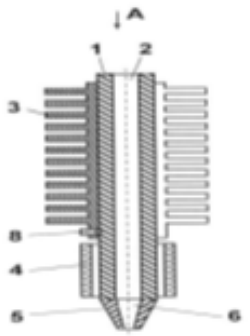


Рисунок 4.1 Головка екструзійна

Екструзійна головка (Рис 4.1) містить циліндричний корпус 1 з поздовжнім каналом 2, зафіксований на зовнішній поверхні циліндричного корпусу 1 знімний радіатор охолодження 3, нагрівник 4, а також розташоване на виході з поздовжнього каналу 2 сопло 5 з конічним каналом 6, при цьому радіатор охолодження 3 виконано з поздовжнім розрізом 7 для його фіксації на зовнішній поверхні циліндричного корпусу 1 за рахунок сил пружності. Для більш надійної фіксації радіатора охолодження 3 на зовнішній поверхні циліндричного корпусу 1 може бути передбачено стопорний гвинт 8

Екструзійна головка працює в такий спосіб.

Перероблюваний полімерний матеріал потрапляє в поздовжній канал 2 циліндричного корпусу 1 у вигляді твердої нитки або стрижня. За рахунок нагрівника 4 зазначений починає 55 нагріватися і плавитися, після чого у вигляді розплаву виходить з конічного каналу 6 сопла 5. Для запобігання переважному плавленню полімеру в циліндричному корпусі 1 та його

надійного подавання до сопла 5 завдяки радіатору охолодження 3 надлишок теплового потоку відводиться в навколишнє середовище. Виконання радіатора охолодження 3 з поздовжнім розрізом 7 забезпечує щільний контакт між радіатором охолодження 3 та зовнішньою

У патенті №127230 UA представлена корисна модель що належить до пресового обладнання, зокрема до елементів екструзійних пристроїв для переробки різноманітних матеріалів, наприклад на основі полімерів. В основу корисної моделі покладено задачу вдосконалити екструзійну головку, у якій її нове конструктивне виконання забезпечує швидке розігрівання та плавлення пруткового присадкового полімерного матеріалу, а отже й підвищену продуктивність головки.

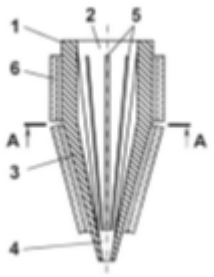


Рисунок 4.2. Екструзійна головка

Екструзійна головка (Рисунок4.2) містить корпус 1 з циліндричним каналом 2 та розташоване на його виході сопло 3 з конічним каналом 4, при цьому на поверхнях циліндричного каналу 2 корпуса 1 та конічного каналу 4 сопла 3 виконано поздовжні ребра 5, що на своїх кінцях сходяться нанівець. Ззовні корпуса 1 та/або сопла 3 змонтовано електронагрівник 6. Для підвищення технологічності корпус 1 і сопло 3 можуть бути виготовлені як окремі деталі, з'єднані між собою, наприклад, за допомогою різьби.

Екструзійна головка працює в такий спосіб.

Перероблюваний полімерний матеріал потрапляє в циліндричний канал 2 корпуса 1 у розплавленому або твердому вигляді, після чого за рахунок електронагрівника 6 починає нагріватися. Завдяки наявності поздовжніх

ребер 5 забезпечується передача теплоти від корпуса 1 та/або сопла 3 майже по всьому поперечному перерізу полімерного матеріалу, що пришвидшує його прогрів до потрібної температури, а отже підвищує продуктивність головки.

У патенті №123458 UA представлений винахід що відноситься екструзійного обладнання. В основу корисної моделі поставлена задача вдосконалення конструкції екструзійної головки шляхом спорядження її пристроєм для автоматизованого введення ІД у внутрішню частину профільного полімерного виробу, що дозволить при подальшій їх експлуатації контролювати напружено-деформований стан виробу та цим самим своєчасно запобігати його руйнуванню.

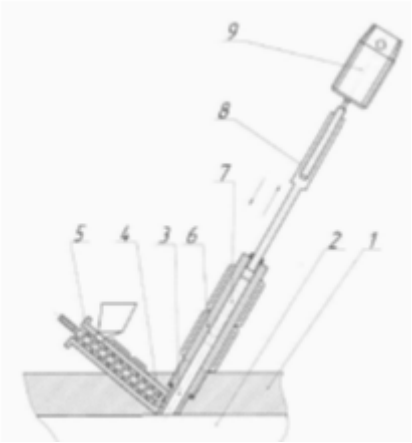


Рисунок4.3. Головка екструзійна

Екструзійна головка (Рис 4.3) містить корпус 1 з виконаним в ньому каналом 2 для течії розплаву полімера. В тілі корпуса 1 виконано щонайменше один додатковий канал 3, який з'єднує канал 2 для течії розплаву полімера з вузлом додаткового живлення 4. Останній включає в себе черв'ячний пластикатор 5 та циліндр 6 зі штоком 7, який має можливість зворотно-поступального переміщення за рахунок передачі "гвинт-гайка" 8 від обертового рухового вала двигуна 9

Корисна модель працює таким чином:

Розплав полімеру рухається по каналу 2 для течії розплаву в корпусі головки 1 під заданим тиском. В цей час черв'ячний пластикатор 5 готує суміш полімеру з ІД, підтримуючи в додатковому каналі 3 тиск, рівний тиску у каналі 2, в той час як шток 7 відходить назад під дією обертового руху вала двигуна 9 та передачі гвинт-гайка 8. При цьому циліндр 6 заповнюється сумішшю полімеру з ІД.

У патенті №116907 UA корисна модель належить до техніки переробки полімерних матеріалів. Корисна модель належить до області переробки термопластичних полімерів та композицій на їх основі, зокрема до екструзійного обладнання. Корисна модель може бути використана у технологічних лініях по виготовленню профільних виробів різноманітної конфігурації.

В основу корисної моделі поставлена задача вдосконалення профільної головки шляхом спорядження її пристроєм для введення у внутрішню частину профілю інтелектуальних датчиків, що дозволить при подальшій їх експлуатації контролювати напружено-деформований стан та цим самим своєчасно запобігати руйнуванню.

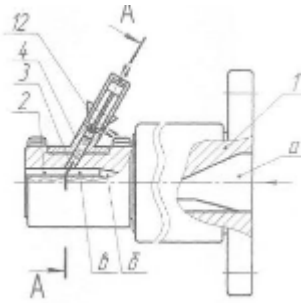


Рисунок4.4 Профільна головка екструзійна

Профільна екструзійна головка містить корпус 1 з виконаними в ньому каналом 2 для течії розплаву, який складається з вхідної а, розподільчої б і формуючої в ділянок. В тілі корпуса 1 виконано щонайменше один додатковий канал 3, який з'єднує канал 2 з вузлом додаткового живлення 4. В найбільш прийнятному варіанті додатковий канал 3 з'єднує вузол

додаткового живлення 4 з формуючою ділянкою в каналу 2. Вузол додаткового живлення 4 включає в себе матеріальний циліндр 5 з завантажувальним отвором 6, плунжер 7 і його привід 8. Вузол додаткового живлення 4 також може бути оснащено дозувально-завантажувальним пристроєм 9, наприклад, у вигляді циліндра, оснащеного поршнем 10 з приводом 11, бункером 12, в якому знаходяться, наприклад, полімерні капсули 13, які містять інтелектуальні датчики, і заслінкою 14 з приводом 15. Корисна модель працює в такий спосіб.

Розплав полімеру, підготовлений черв'ячним екструдером, рухається по каналу 2 під заданим тиском, заповнюючи додатковий канал 3 вузла додаткового живлення 4, виштовхуючи по додатковому каналу 3 плунжер 7 матеріального циліндра 5 у вихідне положення г. Далі під дією гідроциліндра 15 відкривається заслінка 14 дозувально-завантажувального пристрою 9 і поршень 10 виштовхує полімерну капсулу 13, яка містить інтелектуальний датчик у порожнину матеріального циліндра 5, герметизуючи завантажувальний отвір 6 і порожнину матеріального циліндра 5. В цей час полімер, що рухається по каналу 2, заповнює додатковий канал 3, оплавляючи капсулу 13, і змішується з інтелектуальним датчиком. Після чого плунжер 7 виштовхує отриману суміш полімеру під заданим тиском з одним або декількома інтелектуальними датчиками на певну глибину каналу 2, положення д. В результаті на виході з головки одержуємо полімерний профіль в стінці якого вмонтовано інтелектуальний датчик. Плунжер 7 повертається у вихідне положення г. Цикл повторюється.

У патенті №116907 UA корисна модель належить до екструзійного обладнання для перероблення термопластичних матеріалів, у тому числі й композиційних, і може бути використана для виготовлення безперервних і погонних матеріалів і виробів, наприклад різноманітних профілів.

В основу корисної моделі поставлено задачу вдосконалити екструзійну головку, у якій її нове конструктивне виконання забезпечує введення одного

чи декількох компонентів безпосередньо в об'єм перероблюваного матеріалу під час виготовлення виробів довільного поперечного перерізу, що розширює технологічні можливості головки.

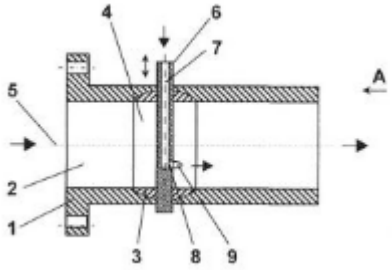


Рисунок 4.5. Головка екструзійна

Екструзійна головка містить корпус 1 з каналом 2 для проходу перероблюваного матеріалу, при цьому в каналі 2 розміщено вставку 3 для введення в потік перероблюваного матеріалу щонайменше одного компонента, яку виконано у вигляді тіла обертання, наприклад кулі або диска, що має наскрізний отвір 4 для проходу перероблюваного матеріалу й розташоване з можливістю повороту в площині, перпендикулярній поздовжній осі 5 каналу 2 корпуса 1, при цьому в наскрізному каналі 4 вставки 3 з можливістю регулювання положення в радіальному напрямку розміщено стрижень 6 з осьовим отвором 7 для подачі зазначеного компонента, сполученим з каналом 2 корпуса 1 за допомогою спрямованого в бік руху потоку перероблюваного матеріалу радіального отвору 8 При цьому

радіальний отвір 8 стрижня 6 може бути споряджено змінним соплом 9. Екструзійна головка працює в такий спосіб.

Розплав перероблюваного матеріалу поступово просувається каналом 2 корпуса 1 і потрапляє в наскрізний канал 4 вставки 3, після чого розділяється на два струменя та оминає стрижень 6, після якого ці струмені зливаються між собою. Даля суцільний потік перероблюваного матеріалу рухається в напрямку виходу з головки, набуваючи певного профілю.

У патенті №68120 UA Корисна модель належить до екструзійного обладнання для перероблення термопластичних матеріалів, у тому числі й композиційних, і може бути використана для виготовлення полімерних труб,

шлангів і рукавних плівок.

В основу корисної моделі поставлена задача вдосконалити екструзійну головку для формування порожнистого виробу, у якій її нове конструктивне виконання забезпечує потрібну температуру поверхні дорна, а отже і високу якість одержуваного порожнистого виробу за умови відмови від теплової автоматики системи термостабілізації дорна.

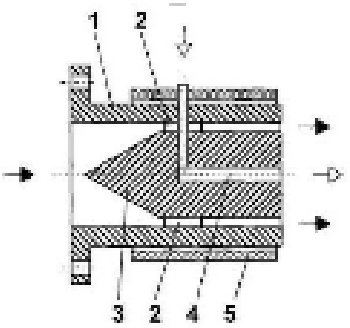


Рис 4.6. Трубна головка

Екструзійна головка (Рисунок4.6) для формування порожнистого виробу містить виконаний з немагнітного матеріалу корпус 1, а також розміщений в його порожнині за допомогою тримачів 2 дорн 3 з каналом 4 для подавання повітря всередину формованого порожнистого виробу. Із зовнішнього боку корпусу 1 на ділянці розміщення дорна 3 змонтовано котушку індуктивності 5, а дорн 3 виконано з магнітного матеріалу з точкою Кюрі, що відповідає температурі перебігу процесу формування.

Екструзійна головка працює в такий спосіб.

Перероблюваний термопластичний матеріал послідовно просувається в кільцевому проміжку, утвореному стінкою порожнини корпусу 1 і поверхнею дорна 3. Повітря, що рухається всередині дорна 3, поступово його охолоджує. Після підключення котушки індуктивності 5 до джерела електричного струму (не показано) внаслідок того, що корпус 1 виконано з немагнітного матеріалу феромагнітний дорн 3 унаслідок індукції нагрівається. При досягненні ним температури, що відповідає точці Кюрі матеріалу дорна 3, він втрачає магнітні властивості, внаслідок чого він перестає нагріватися. За подальшого поступового охолодження матеріал

дорн знову набуває магнітних властивостей і знову починає нагріватися. Таким чином, без використання складної системи теплової автоматики підтримується постійна температура дорна 3 (а отже і перероблюваного термопластичного матеріалу, що рухається в кільцевому проміжку між корпусом 1 і дорном 3), що дорівнює точці Кюрі матеріалу дорна 3.

4.1 Обґрунтування обраної модернізації

В результаті літературно-патентного огляду вибрано варіант модернізації черв'ячного пресу №82205 UA.

По даній модернізації була подана теза на XI Всеукраїнську конференцію «Ефективні процеси та обладнання хімічних виробництв та пакувальної техніки» [13]\

Основні дані по даних тезах можна побачити в додатку 3

Запропоновано вдосконалення трубної голівки черв`ячного екструдера, яке забезпечить отримання виробу зі значно вищою якістю поверхні.

Новим є те, що дорнотримач виконано з двох частин з можливістю зворотно-поступального руху однієї частини відносно іншої , матриця і вихідна частина дорну закріплені на рухомій частині дорнотримача таким чином, що довжина каналу може змінюватися

Розплав, що входить у головку, потрапляє в канали 5 та 6, при цьому між вихідною частиною дорна 3 та вихідною частиною 2, утворюючи перепади тиску, що призводить до утворення осьової сили, яка переміщує матрицю 1 з вихідною частиною дорна 3 і рухомою частиною дорнотримача 4 відносно нерухомої частини дорнотримача 7. При цьому довжина каналу 5 збільшується, а тиск в головці починає зменшуватися. Матриця 1, переміщуючись в осьовому напрямку, передає зусилля на кришку 10 через демпфер 9, який зменшує швидкість переміщення, і пружину 8, яка

намагається відвести матрицю в початкове положення. Так як процес відбувається безперервно, то матриця з вихідною частиною дорна виконує зворотонаступальні рухи, тим самим поглинаючи пульсації.

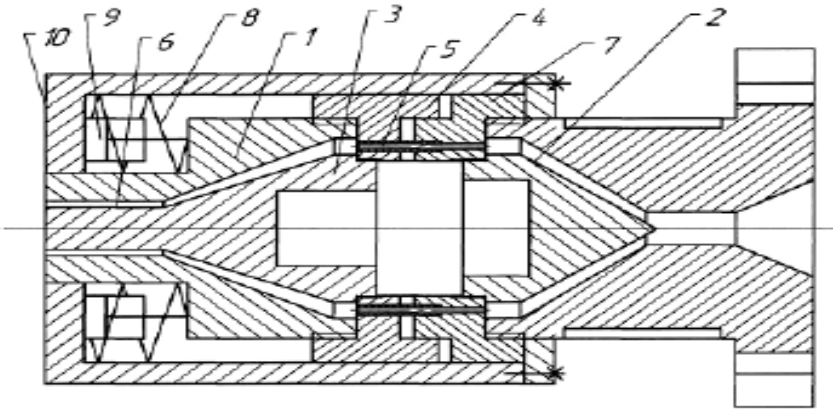


Рис 4.7 – Головка черв`ячного екструдера

Використання описаної корисної моделі дозволить отримувати екструзійні полімерні вироби зі значно вищою якістю поверхні, зменшивши при цьому кількість бракованої продукції.

5 Охорона праці

Відповідно до Закону України «Про охорону праці» для нових машин, приладів, механізмів, обладнання необхідно розробити нешкідливі та безпечні умови їх експлуатації обслуговуючим персоналом, необхідно видавати сертифікат на безпечну експлуатацію, за встановленими зразками . [3]

Технічне завдання дипломного проекту «Агрегат для виробництва труб з модернізацією екструдера». Встановлення параметрів технологічного процесу та управління здійснює оператор лінії. Консоль оператора розміщена у виробничому приміщенні загальною площею S = 1000 м2 та об'ємом V

3400 м3. Створення здорових та безпечних умов праці на підприємстві потребує якнайшвидшого виявлення шкідливих та небезпечних факторів, щоб на етапі проектування було вжито заходів щодо забезпечення безпеки обслуговуючого персоналу.

Лінія для виготовлення полімерних труб використовується для виготовлення полімерних труб, які потім використовуються як компоненти пластикових трубопроводів, призначених для транспортування різноманітних речовин.

Шкідливими та небезпечними факторами виробництва під час експлуатації та обслуговування лінії є:

- Повітря робочої зони;
- Пожежна небезпека;
- Вплив деталей чи механізмів що рухаються або обертаються, а також матеріалу, що переміщується ;
- Ураження електричним струмом;
- Промислове освітлення;
- Виробничий шум і вібрації, які перевищують допустимі норми.

5.1 Аналіз шкідливих і небезпечних виробничих факторів.

Метеоумови

Робота оператора по обслуговуванню лінії відноситься до категорії легких робіт за ГОСТ 12.1005 – 88/98.

Споживання енергії людини в цеху досягає 150 ккал / г (172 Дж / с).

Оскільки в процесі експлуатації вузли магістралі піддаються інтенсивному

охолодженню водою, робочі поверхні нагріваються не вище 45ºС. Допустимі та фактичні параметри температури, відносної вологості та швидкості повітря в робочій зоні узагальнені в таблиці 1.

Фактичні параметри умов відповідають нормам [10] і забезпечуються наступними заходами:

Таблиця 5.1.

Період Року	Категорія роботи - легка		
	Температура	Відносна вологість	Швидкість руху повітря
	ºС	%	м/с
Холодний або перехідний	Факт. 20 ÷ 23	60 - 40	0,2
Теплий	Факт. 22 ÷ 25	60 - 40	0,2

У холодну пору року приміщення обігрівають батареями з теплоносіями, нагрітими до температури 50 ÷ 60ºС. У теплу пору року - провітрювання через верхні отвори.

Під час експлуатації лінії відбувається викид токсичних речовин - газів, пилу з відкритих резервуарів, викидом газу через витоки технологічного обладнання, з завантажувального бункера. Для видалення цих шкідливих компонентів встановлюється місцева вентиляція, а в цеху

також встановлюється загальнообмінна вентиляція відповідно до СНиП 2-04.05-84.

Залежно від технологічного процесу компонентами для виготовлення полімерних труб можуть бути, крім полімеру, різноманітні барвники.

Ефективна робота витяжки можлива лише в тому випадку, якщо об'єм повітря, що витікає, менший за об'єм висмоктуваного повітря.

Розмір вхідного парасольки більший за розмір джерела. Для надійної роботи парасолі необхідно, щоб вертикальний шлях між краєм парасольки та верхнім краєм випромінюваної комірки був мінімальним.Габарити зонта знаходимо:

Висота підвісу зонта Н приймається в границях 1,6 ÷ 1,8 м;

Так як кришка завантажувальної воронки знаходиться на висоті 2,15м, то виконуються наступні умови:

$H_1 = 2{,}2м$; для зонта екструзійної головки H_2 = 1,5м;

Розміри прямокутного зонта в плані визначаємо з виразу:

$A = a + 0{,}8h;$ $B = b + 0{,}8h;$

де a, b – сторони поверхні, що перекривається, м; h – відстань від пазу зонта до поверхні, що перекривається, м;

$h_1 = 0{,}3м,$ $h_2 = 0{,}2м,$

$A_1 = B = 0{,}4 + 0{,}8 \cdot 0{,}3 = 0{,}64м.$ - для завантажувальної воронки;

$A_2 = B = 0{,}15 + 0{,}8 \cdot 0{,}2 = 0{,}31м.$, $S = 1000$ м^2

Кут зачинення зонта φ маємо приймати не більше 60º (в цьому випадку вісьова швидкість в перерізі зонта близька до середньої по всьому перерізу зонта).

Повна висота зонта:

$$h_з = \frac{A - D}{2tg\frac{\varphi}{2}} + h_б, м;$$

де D = 0,3 м – діаметр витяжної труби;

$h_б$ = 0,2 м – висота борту;

$$h_{з1} = \frac{0,64 - 0,3}{2tg\frac{60}{2}} + 0,2 = 0,49 м;$$

$$h_{з2} = \frac{0,31 - 0,3}{2tg\frac{60}{2}} + 0,2 = 0,21 м;$$

приймаємо

$$h_{з1} = 0,5 м;$$

$$h_{з2} = 0,25 м.$$

Об'єм повітря, що видаляється витяжною трубою від зонтів

$$J_з = 3600 \cdot F \cdot V_0, м^3/г;$$

де F – площина розрахункового перерізу, $м^2$

$$F = 0,64 \cdot 0,64 + 0,31 \cdot 0,31 = 0,51 м^2,$$

V_0 = 0,5 м/с – середня швидкість в розрахунковому перерізі зонтів,

$$J_з = 3600 \cdot 0{,}51 \cdot 0{,}5 = 918 м^3/г.$$

Розвинутий повний тиск Н = 65 Па.

Приймаємо вісьовий вентилятор МЦ-4:

продуктивність якого $J_в = 1200$ м^3/г,

розвинутий повний тиск $H_в = 65$ Па,

кількість обертів колеса n = 930 об/хв,

ККД $\eta = 0{,}42$.

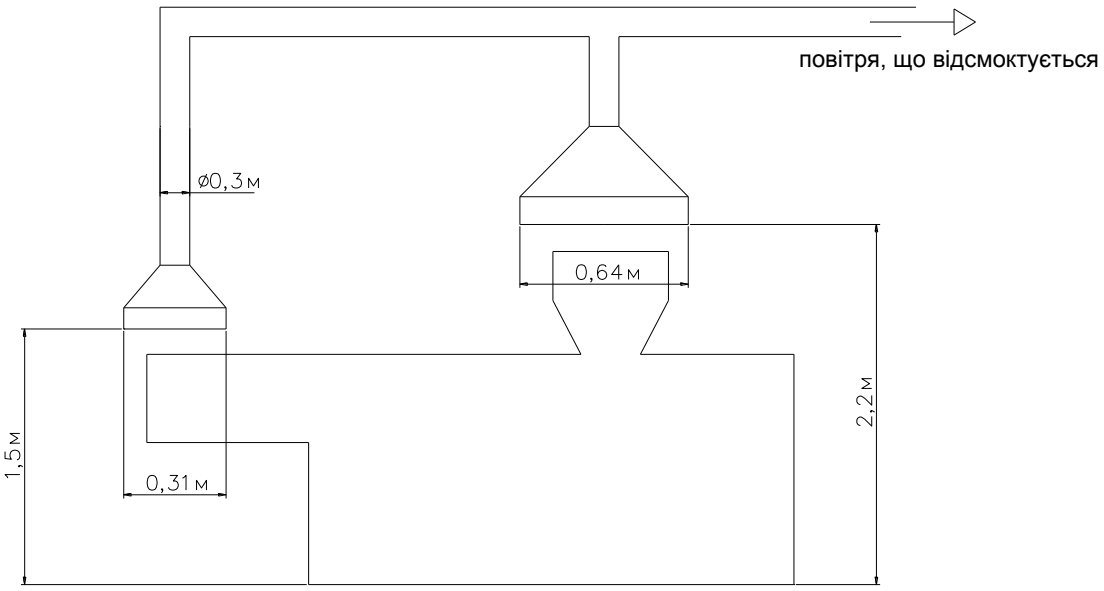


Схема витяжної вентиляції.

Підбираємо електродвигун для вентилятора.

Необхідна потужність на валу електродвигуна знаходиться за формулою

$$N = \frac{1200 \cdot 65}{3600 \cdot 102 \cdot 0{,}42 \cdot 0{,}7} = 0{,}72 кВт.$$

Потужність електродвигуна $N_д$ розраховується з коефіцієнтом запасу 1,5

Приймаємо електродвигун потужністю N = 1,1 кВт з кількістю обертів n = 930 об/хв.

Щоб видалити шкідливі речовини над завантажувальним бункером та екструзійною головкою, встановіть витяжки. Вони характеризуються тим, що між джерелом і приймачем є простір, захищений від навколишнього середовища.

5.2 Пожежна безпека

У виробничому цеху, де працює технологічна лінія з полімерних труб, може вирватися наступне: змащена ганчірка, машинне масло, електропроводка, електрообладнання.

Крім того, беручи до уваги, що сировиною для виробництва труб є полімери, при перевищенні певних порогових температур деякі його компоненти можуть спалахнути:

- При перевищенні 120 °С – формальдегід, ацетальдегід, ацетон, метиловий спирт, кетони, окис та двуокис вуглецю;
- При перевищенні 150 °С – кислоти, ефіри, альдегіди, перекисні сполучення.

На основі цього: приміщення, де знаходиться лінія відноситься до категорії „В” ОНТП 24-86, і класу зони П-IIа (ПУЕ), ступінь вогнестійкості III згідно СниП 2.01.02-85.

Це виробництво, в якому використовуються рідини з температурою спалаху вище 61 ° С та горючі пилки або волокна з нижньою межею займання понад 65 мг / м3, тверді речовини та легкозаймисті матеріали, які можуть горіти, але не вибухати при контакті з повітрям, водою або один з одним.

Можливі причини пожежі:

- струм, перевантаження, великі перехідні опори;
- несправність електрообладнання;
- іскри при електро- і газозварювальних роботах.

Заходи по попередженню пожежі передбачають вибір незгоряємих матеріалів, а також організаційні заходи.

В якості засобів гасіння пожежі використовують порошкові вогнегасники САМ – 9 (84 шт.). Для гасіння включенних електромереж приймаємо порошкові вогнегасники ОП-10 (10 шт.).

На верхній сферичній частині кожного балона мають бути чітко нанесені тавруванням наступні дані:

- Товарний знак завода-виробника;

- Номер балона по системі нумерації підприємства-виробника;

- Дата виготовлення(випробування) і рік наступного випробування;

- Вид термообробки;

- Робочий тиск та пробний гідравлічний тиск;

- Об`єм балона;

- Маса балона;

- Клеймо ОТК.

На момент пожежі працює пожежна сигналізація - теплові попереджувальні пристрої, такі як аварії. Інформація від попереджувальних пристроїв надходить на приймальну станцію. У разі пожежі люди повинні вийти з приміщення. Згідно з СН.П 2.09.02-85 в приміщенні є два евакуаційні виходи. Сам цех - це приміщення, розташоване на першому поверсі. Ширина шляхів евакуації - не менше одного метра, а двері на маршруті евакуації - не менше 0,8 м.

Безпека від впливу частин, що рухаються або обертаються.

Механізми, що обертаються в лінію, - це муфти, зубчасті колеса, вали. Ці механізми небезпечні, оскільки можливі механічні травми у людини. Для запобігання травматизму використовуйте огорожі, шестерні та вали, закриті корпусами. Кнопки аварійної зупинки передбачені для аварійного зупинки лінії. Аварійні вимикачі встановлюються на електродвигуни.

5.3 Електробезпека.

Лінія для виробництва полімерних труб, що розробляється, буде розміщена у сухому приміщенні з нормальною температурою та вологістю. Підлога приміщення залізобетонна, згідно з ПУЕ приміщення належить до приміщень з підвищеною безпекою [9].

На пульті керування машиніста напруга U = 220 В, частота f = 50 Гц, для електродвигунів, що використовуються на лінії напруга U = 380 В, частота f = 50 Гц. Тип електромережі – різноманітний із глухо заземленою нейтралю.

У зв’язку з цим основними заходами від пошкодження струмом є:

- Ізоляція;

- Недосяжність струмоведучих частин;

- Електророзділення мережі за допомогою спеціальних розділяючих трансформаторів;

- Захисне занулення;

- Рубильники включення замкнені в спеціальних шафах;

- При роботі з електроінструментом, необхідно застосовувати індивідуальні захисні засоби, такі як діелектричні рукавички і колоші, гумові килимки, ізольовані підставки.

Забороняється:

- Проводити роботи на незаземленіх вузлах лінії;
- Робити розборку і ремонт лінії без вимкнення електричної мережі;
- Допускати удари металічними предметами, щоб запобігти іскроутворенню;
- Курити, запалювати сірники, розводити відкритий вогонь, проводити зварювальні роботи;
- Залишати лінію, що працює без нагляду;
- Допускати у приміщення осіб, що не пройшли навчання і перевірку знань з питань охорони праці та техніки безпеки.

5.4 Промислове освітлення.

Лінія розташована у закритому приміщенні загальною площею не менше S = 1000 м2 та об'ємом V = 3400 м3. Лінія працює в дві зміни одним оператором послуги. Оскільки в приміщенні немає віконних прорізів, під час роботи використовується штучне освітлення.

Характеристика зорових робіт - IV категорія, підклас В - найменший предмет різниці має розмір 0,5 - 1 мм. Особливістю фону є світло, а контраст між об'єктом і фоном високий. Виходячи з цього, у приміщенні є 300 галогенних ламп типу ДР4-400 (400 Вт) зі світловим потоком 32 000 лм, що збільшує кількість освітленості до 350 лк, тому приміщення відповідає ДБН В.2.5.-28-2006 .

5.5 Шум.

Джерелом шуму при роботі лінії є:

- Електродвигуни;
- Редуктори;
- Вентилятори;
- Система охолодження.

У результаті замірів при експлуатації обладнання значення шуму $L_{вдж}$ = 100 дБА,. Це означає прийняття наступних обмежень для захисту від виробничого шуму:

- змащування всіх поверхонь, що труться, наявність прокладочних матеріалів;

- застосування захисних кожухів.

Це забезпечить зниження рівня шуму на ΔL = 30 дБА.

Джерелами вібрації є: електродвигун та частини лінії що обертаються.

Сила вібрації починається з неточності встановлення обертових деталей, з нещільним з'єднанням тіл обертових деталей до фундаменту.

У цьому випадку виникає технологічна вібрація, яка проходить через несучі поверхні до оператора. Робітник трохи піддається вібрації, оскільки він знаходиться далеко від основи машини - біля пульта управління. Таким чином, нормальна вібрація не впливає на організм оператора. Рівень технологічної вібрації у виробничому приміщенні не перевищує 90 дБ при частоті 4 Гц, що відповідає ДСН 3.36.039 - 99.

Висновок

В дипломному проекті здійснено проектування лінії типу ЛТ-45 для виробництва труб з поліетилену з розробкою преса ЧП-45х25.

Дипломний проект містить введення, призначення та сферу застосування лінії та преса ЧП-45х25, опис технологічного процесу виробництва поліетиленових труб, технічні характеристики преса ЧП-45х25, опис дизайну преси, огляд патенту, відповідність преса з вимогами охорони праці.

Наведено розрахунки, що підтверджують ефективність та надійність конструкції преса ЧП-45х25.

Наведена технологія виготовлення фланця.

В результаті патентного дослідження було встановлено, що преса ЧП-45 не містить конструктивних рішень, захищених чинними патентами.

Модернізація цього дипломного проекту - це приєднання тарілчастої пружини до мартиці трубної головки, що дає змогу змінювати вхідний отвір матриці, який дозволить нам змінювати тиску в голівці а також буде гасити вібрації що дозволить на виході отримати вироби кращої якості.

Проект включає складальні креслення: лінія типу ЛТ-45 для виробництва поліетиленових труб, прес ЧП-45х25, черв'як, модернізована головка, кондуктор.

На кресленнях додається набір специфікацій.

Розрахунки

					ЛП61-1.01116.02-70РР			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Войтенко В.А.			Агрегат для виготовлення труб з модернізацією екструдера	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.							1	
Керівник						НТУУ "КПІ" ІХФ, ХПСМ		
Н. Контр.								
Затверд.								

ЗМІСТ

1. Розрахунки які підтверджують працездатність та надійність конструкції черв'ячної машини ЧП-45

1.1 Параметричний розрахунок черв'ячної машини

Розрахунок геометрії черв'яка

Черв’як є основним блоком черв'ячної машини і призначений для транспортування полімерного матеріалу з завантажувального бункера до формуючої головки, а також для пластифікації гранул, ретельно перемішують розплав і встановлюють необхідний тиск для видавлювання з головки.

Діаметр черв'яка - один з основних параметрів, що характеризують продуктивність роботи черв'ячної машини.

У представленій лінії використовується екструдер із черв’яком діаметром D = 45 мм, відношення довжини робочої частини до її діаметра L / D = 25.

Інші параметри черв'яка вибираються залежно від матеріалу, який обробляється. У цьому випадку вторинним матеріалом є поліетилен, а основні параметри черв'яка розраховуються виходячи із залежностей, представлених нижче. [6 , 8]

Крок гвинтової лінії черв'яка:

$$t = (0,8 \div 1,2) \cdot D = 1 \cdot 45 = 45 \text{ мм.}$$

Товщина гребеня черв'яка:

$$e = (0,08 \div 0,1) \cdot D = 0,095 \cdot 45 = 4,275 \text{ мм.}$$

Зазор між черв'яком і гільзою:

$$\delta = (0,002 \div 0,003) \cdot D = 0,0024 \cdot 45 = 0,108 \text{ мм.}$$

Глибина гвинтового каналу під завантажувальною воронкою:

$$h1 = (0,12 \div 0,16) \cdot D = 0,127 \cdot 45 = 5,72 \text{ мм.}$$

де i =2,1 –ступінь стиску поліетилену.

Довжина торпеди з мішалкою:

$$L_{торп} = (0,6 \div 0,8) \cdot D + 70 = 0,7 \cdot 45 = 31,5 \text{ мм.}$$

Довжина робочої частини черв'яка приймається:

$$L_{раб} = 25\ D = 25 \cdot 45 = 1125 \text{ мм.}$$

Довжина зони завантаження приймається:

$$L_{загр} = (1.5 \div 3) \cdot D = 2,5 \cdot 45 = 112,5 \text{ мм.}$$

Довжина зони дозування приймається:

$$L_{доз} = (3 \div 6) \cdot D = 5 \cdot 45 = 225 \text{ мм.}$$

Довжина зони стиску приймається:

$$L_{сж} = L_{раб} - L_{доз} - L_{загр} = 1125-225-112,5=1012,5 \text{ мм}$$

Довжина опори і евольвентного зачеплення приймається: $L_{ев}$=170мм;

Довжина відбійної частини приймається:

$$L_{отб} = (0.1 \div 0.5) \times D = 0,3\text{-}45 = 13,5 \text{ мм}$$

Загальна довжина черв'яка:

$$L = L_{раб} + L_{эв} + L_{отб} + L_{торн} = 1350+170+13,5+31,5 = 1565 \text{ мм.}$$

1.2 Продуктивність машини по зоні дозування з урахуванням впливу головки

Робочий процес черв'ячної машини в цілому залежить не тільки від геометричних розмірів черв'яка і процесів, що проходять у його каналах, але також від геометрії, конфігурації головки черв'ячної машини, і її профілюючих елементів.[6 , 7]

Об'ємна продуктивність крізь головку на передній частині черв'ячної машини прямо пропорційна падінню тиску ΔP і обернено пропорційна в'язкості розплаву μ: $Q = K \cdot \frac{\Delta P}{\mu}$.

Також рівняння продуктивності можна представити таким чином:

$$Q = \frac{a \cdot K}{K + \beta + \gamma} \cdot n,$$

де К - коефіцієнт пропорційності,

α -постійна прямого потоку для черв'яка з перемінною глибиною гвинтового каналу:

$$\alpha = \frac{\pi^3 \cdot \ t - \lambda \cdot e \ \cdot \sigma}{a + t^2 \cdot b},$$

β - постійна зворотного потоку для черв'яка з перемінною глибиною гвинтового каналу:

$$\beta = \frac{\pi \cdot t - \ t - \lambda \cdot e}{12 \cdot L_н \cdot \ a + t^2 \cdot b},$$

γ -постійна протитоку для черв'яка з перемінною глибиною гвинтового каналу:

$$\gamma = \frac{\pi \cdot D \cdot \delta^3 \cdot t^2}{10 \cdot e \cdot L_н \cdot \sqrt{\pi^2 \cdot D^2 + t^2}},$$

де σ -коефіцієнт залежний від геометричних розмірів черв'яка:

$$\sigma = 1 - \frac{6,9 \cdot D}{2 \cdot \ h_н - h_2} \cdot \lg \frac{h_н}{h_2} + \frac{D^2}{2 \cdot h_н \cdot h_2},$$

b- коефіцієнт, розрахований за формулою:

$$b = \frac{2,3}{h_н - h_2 \ \cdot D^3} \cdot \lg \frac{h_н \cdot \ D + d_2}{h_2 \cdot \ D + d_1} + \frac{2 \cdot h_н \cdot h_2 + \ h_н - h_2 \ \cdot D}{2 \cdot D^2 \cdot h_н^2 \cdot h_2^2},$$

а-коефіцієнт, розрахований за формулою:

$$a = \frac{\pi^2}{h_н \cdot h_2} \cdot \left(\frac{D \cdot \ h_н + h_2}{2 \cdot h_н \cdot h_2} - 1 \right),$$

де h_1-глибина гвинтового каналу в зоні завантаження;см

$h_н$- глибина гвинтового каналу на початку зони дозування;см

h_2- глибина гвинтового каналу на кінці черв'яка;см

$L_н$-довжина зони дозування;см

D-зовнішній діаметр черв'яка;см

d_1-діаметр сердечника в зоні дозування;см

d_2- діаметр сердечника на кінці черв'яка;см

е- ширина гребеня витка черв'яка;см

δ-зазор між черв'яком і гільзою;см

Підставивши у вище приведені рівняння значення величин , обчислимо значення продуктивності черв'ячної машини по зоні дозування з урахуванням впливу головки :

$$a = \frac{3,14^2}{0,53 \cdot 0,35} \cdot \left(\frac{4,5 \cdot \ 0,53 + 0,35}{2 \cdot 0,53 \cdot 0,35} - 1 \right) = 646 \ \frac{1}{см^2}.$$

$$b = \frac{2,3}{0,53 - 0,35 \ \cdot 4,5^3} \cdot \lg \frac{0,53 \cdot \ 4,5 + 5,6}{0,35 \cdot \ 4,5 + 5,3} + \frac{2 \cdot 0,53 \cdot 0,35 + \ 0,53 + 0,35 \ \cdot 4,5}{2 \cdot 4,5^2 \cdot 0,53^2 \cdot 0,35^2} = 2,46 \ \frac{1}{см^4}.$$

$$\sigma = 1 - \frac{6,9 \cdot 4,5}{2 \cdot \ 0,53 - 0,35} \cdot \lg \frac{0,53}{0,35} + \frac{4,5^2}{2 \cdot 0,53 \cdot 0,35} = 96,3.$$

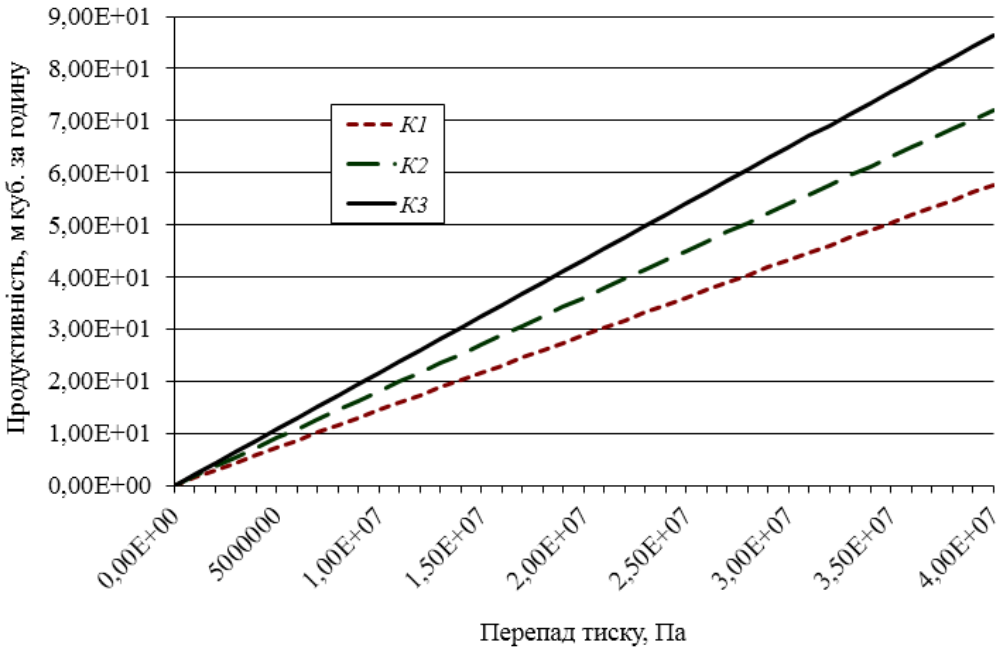
$$\alpha = \frac{3,14^3 \cdot \ 4,5 - 2 \cdot 0,5 \ \cdot 96,3}{646 + 4,5^2 \cdot 2,46} = 22,6 \ см^2.$$

$$\beta = \frac{3,14 \cdot 4,5 - \ 4,5 - 2 \cdot 0,5}{12 \cdot 76 \cdot \ 646 + 4,5^2 \cdot 2,46} = 0,15 \cdot 10^{-3} см^3.$$

$$\gamma = \frac{3,14 \cdot 4,5 \cdot 0,015^3 \cdot 6,5^2}{10 \cdot 0,5 \cdot 76 \cdot \sqrt{3,14^2 \cdot 6,5^2 + 4,5^2}} = 0,357 \cdot 10^{-6} см^3.$$

$$Q = \frac{22,6 \cdot 0,0199 \cdot 150}{0,0199 + 0,15 \cdot 10^{-3} + 0,357 \cdot 10^{-6}} = 3435,5 \frac{см^3}{хв} = 48,5 \ \frac{кг}{год}.$$

Для визначення залежності продуктивності від перепаду тиску створимо програму на мові програмування Fortran, код програми та результати обчислення на ЕОМ представлено в додатку 2



З графіка ми бачимо, що при збільшенню продуктивності зростає перепад тиску в головці а також збільшується значення коефіцієнта пропорційності головки.

1.3 Визначення перепаду тиску в головці

Формули засновані на спрощеному аналітичному методі обчислення коефіцієнта геометричної форми голови, дозволяють визначити характеристики каналів простих фігур з достатньою точністю для практичних розрахунків.

Весь шлях розплаву через канал голови розділити на кілька простіших компонентів і обчислити.[6 , 7]

1. Круглий циліндричний канал (ділянка 1):

$$K_{ц} = \frac{\pi \cdot d^4}{128 \cdot L},$$

де d-діаметр круглого циліндричного каналу;см

L-довжина круглого циліндричного каналу;см

$$K_1 = \frac{3{,}14 \cdot 3{,}6^4}{128 \cdot 60} = 0{,}1\ см^3.$$

2. Конічний кільцевий канал з конічною щілиною (ділянка 2):

$$K_{kk} = \frac{\pi \left(R_0 \cdot \delta_2 - R_1 \cdot \delta_1 \right)}{6 \cdot L \cdot m},$$

де R_1- середній радіус отвору на вході;см

R_0- средний радіус отвору на виході;см

δ_1-висота щілини на вході матеріалу в кільцеву щілину;см

δ_2-висота щілини на виході матеріалу з кільцевої щілини;см

L-довжина конічного каналу з конічною щілиною;см

$$m = \frac{2{,}3\ \left(R_0 - R_1\right)^2}{\left(R_0 \cdot \delta_2 - R_1 \cdot \delta_1\right)^2} \cdot \lg \frac{R_0 \cdot \delta_2}{R_1 \cdot \delta_1} - \frac{\left(R_0 - R_1\right) \cdot \left(\delta_1 - \delta_2\right)}{\left(R_0 \cdot \delta_2 - R_1 \cdot \delta_1\right) \cdot \delta_1 \cdot \delta_2} - \frac{\delta_1^2 - \delta_2^2}{2 \cdot \delta_1^2 \cdot \delta_2^2},$$

$$m = \frac{2{,}3 \cdot \left(0{,}7 - 9{,}5\right)^2}{\left(0{,}7 \cdot 1 - 9{,}5 \cdot 1\right)^2} \cdot \lg \frac{0{,}7 \cdot 1}{9{,}5 \cdot 1} - \frac{\left(07 - 9{,}5\right) \cdot \left(1 - 1\right)}{\left(0{,}7 \cdot 1 - 9{,}5 \cdot 1\right) \cdot 1 \cdot 1} - \frac{1^2 - 1^2}{2 \cdot 1^2 \cdot 1^2} = -2{,}6\ \frac{1}{см^2}.$$

$$K_2 = \frac{3{,}14 \cdot \left(0{,}7 \cdot 1 - 9{,}5 \cdot 1\right)}{6 \cdot 16 \cdot \left(-2{,}6\right)} = 0{,}11\ см^3.$$

3. Решітка (ділянка 3):

$$K_p = \frac{z \cdot \pi \cdot d_p^4}{128 \cdot b},$$

де z – кількість отворів;

d_p - діаметр окремих отворів в решітці; см

b – товщина решітки ; см

$$K_3 = \frac{160 \cdot 3{,}14 \cdot 0{,}7^4}{128 \cdot (-2{,}7)} = 0{,}35\ см^3.$$

4. Конічний кільцевий канал з конічною щілиною (ділянка 4):

$$K_{kk} = \frac{\pi \left(R_0 \cdot \delta_2 - R_1 \cdot \delta_1 \right)}{6 \cdot L \cdot m},$$

де R_1- середній радіус отвору на вході;см

R_0- средний радіус отвору на виході;см

δ_1-висота щілини на вході матеріалу в кільцеву щілину;см

δ_2-висота щілини на виході матеріалу з кільцевої щілини;см

L-довжина конічного каналу з конічною щілиною;см

$$m = \frac{2{,}3\ \left(R_0 - R_1 \right)^2}{\left(R_0 \cdot \delta_2 - R_1 \cdot \delta_1 \right)^2} \cdot \lg \frac{R_0 \cdot \delta_2}{R_1 \cdot \delta_1} - \frac{\left(R_0 - R_1 \right) \cdot \left(\delta_1 - \delta_2 \right)}{\left(R_0 \cdot \delta_2 - R_1 \cdot \delta_1 \right) \cdot \delta_1 \cdot \delta_2} - \frac{\delta_1^2 - \delta_2^2}{2 \cdot \delta_1^2 \cdot \delta_2^2},$$

$$m = \frac{2{,}3 \cdot \left(9{,}4 - 9{,}8 \right)^2}{\left(9{,}4 \cdot 0{,}4 - 9{,}8 \cdot 1 \right)^2} \cdot \lg \frac{9{,}4 \cdot 0{,}4}{9{,}8 \cdot 1} - \frac{\left(9{,}4 - 9{,}8 \right) \cdot \left(1 - 0{,}4 \right)}{\left(9{,}4 \cdot 0{,}4 - 9{,}8 \cdot 1 \right) \cdot 1 \cdot 0{,}4} - \frac{1^2 - 0{,}4^2}{2 \cdot 1^2 \cdot 0{,}4^2} = 14{,}72\ \frac{1}{см^2}.$$

$$K_4 = \frac{3{,}14 \cdot \left(9{,}4 \cdot 0{,}4 - 9{,}8 \cdot 1 \right)}{6 \cdot 1 \cdot \left(-2{,}7 \right)} = 1{,}17\ см^3.$$

5. Конічний кільцевий канал з конічною щілиною (ділянка 5):

$$K_{kk} = \frac{\pi \left(R_0 \cdot \delta_2 - R_1 \cdot \delta_1 \right)}{6 \cdot L \cdot m},$$

де R_1- середній радіус отвору на вході;см

R_0- средний радіус отвору на виході;см

δ_1-висота щілини на вході матеріалу в кільцеву щілину;см

δ_2-висота щілини на виході матеріалу з кільцевої щілини;см

L-довжина конічного каналу з конічною щілиною.см

$$m = \frac{2,3\ \ R_0 - R_1\ \ ^2}{R_0 \cdot \delta_2 - R_1 \cdot \delta_1\ \ ^2} \cdot \lg \frac{R_0 \cdot \delta_2}{R_1 \cdot \delta_1} - \frac{R_0 - R_1\ \ \cdot\ \ \delta_1 - \delta_2}{R_0 \cdot \delta_2 - R_1 \cdot \delta_1\ \ \cdot \delta_1 \cdot \delta_2} - \frac{\delta_1^2 - \delta_2^2}{2 \cdot \delta_1^2 \cdot \delta_2^2},$$

$$m = \frac{2,3 \cdot\ \ 9,5 - 15,8\ \ ^2}{9,5 \cdot 0,2 - 15,8 \cdot 0,73\ \ ^2} \cdot \lg \frac{9,5 \cdot 0,2}{15,8 \cdot 0,73} - \frac{9,5 - 15,8\ \ \cdot\ \ 0,73 - 0,2}{9,5 \cdot 0,2 - 15,8 \cdot 0,73\ \ \cdot 0,73 \cdot 0,2} - \frac{0,73^2 - 0,2^2}{2 \cdot 0,73^2 \cdot 0,2^2} = 2,7\ \frac{1}{см^2}.$$

$$K_4 = \frac{3,14 \cdot\ \ 9,5 \cdot 0,2 - 15,8 \cdot 0,73}{6 \cdot 8 \cdot\ \ -14,72} = 0,43\ см^3.$$

Загальний коефіцієнт геометричної форми для всієї головки можна визначити, як суму опорів окремих ділянок головки :

$$\mathrm{K} = \frac{1}{\frac{1}{K_1} + \frac{1}{K_2} + \frac{1}{K_3} + \frac{1}{K_4} + \frac{1}{K_5}},$$

$$\mathrm{K} = \frac{1}{\frac{1}{0,07} + \frac{1}{0,11} + \frac{1}{0,35} + \frac{1}{1,17} + \frac{1}{0,043}} = 0,0199\ см^3.$$

Перепад тиску в головці при відомих значеннях продуктивності і коефіцієнта геометричної форми головки визначають по формулі:[6 , 8]

$$\Delta P = \frac{Q \cdot \mu_э}{K}$$

де Q-продуктивність черв'ячної машини, $\frac{кг}{год}$

K - коефіцієнт геометричної форми головки,

μ_e - ефективна в'язкість .

Падіння тиску в голові складається з втрат тиску в деяких районах.

При визначенні коефіцієнта геометричної форми голови вибиралися окремі секції, які в основному створюють опір проходу розплаву в голові і сума якого дає загальний перепад тиску.Перепад тиску в круглому циліндричному каналі складає (ділянка 1):

$$\Delta P_1 =, \frac{39,5 \cdot 16 \cdot 10^3}{0,07} = 13,1 \, МПа$$

Перепад тиску в конічному каналі (ділянка 2):

$$\Delta P_2 = \frac{39,5 \cdot 25 \cdot 10^3}{0,11} = 13,0 \, МПа.$$

Перепад тиску в решітці (ділянка 3):

$$\Delta P_3 = \frac{39,5 \cdot 2,8}{0,35} = 0,46 \, МПа.$$

Перепад тиску в конічному каналі (ділянка 4):

$$\Delta P_4 = \frac{39,5 \cdot 18 \cdot 10^3}{1,17} = 0,88 \, МПа.$$

Перепад тиску в конічному каналі (ділянка 5):

$$\Delta P_5 \frac{39,5 \cdot 20 \cdot 10^3}{0,043} = 9,6 \, МПа.$$

Загальний тиск у головці:

$$\sum \Delta P = \Delta P_1 + \Delta P_2 + \Delta P_3 + \Delta P_4 + \Delta P_5,$$

$$\sum \Delta P = 13,1 + 13,0 + 0,46 + 0,88 + 9,6 = 37,04 \; МПа.$$

1.4 Розрахунок потужності приводу

Потужність, яку споживає черв'ячна машина на обробку пластмас, використовується для переміщення матеріалу в гвинтовий канал черв'яка і вирізання матеріалу в зазорі між гребінцем і внутрішньою стінкою циліндра або вкладиша. [6]

Потужність черв'ячної машини:

$$N = N_1 + N_2,$$

де N_1 -потужність, що витрачається на проштовхування маси по гвинтовому каналу черв'яка:

$$N_1 = \frac{10^{-4} \cdot \pi^3 \cdot \ t - e \ \cdot L \cdot j \cdot \mu_{еф} \cdot n^2}{36 \cdot t} + \frac{10^{-3} \cdot a_2 \cdot \Delta \mathrm{P} \cdot n}{6};$$

N_2-потужність, що витрачається на подолання тертя матеріалу у зазорі між вершиною витка і стінкою циліндра:

$$N_2 = \frac{10^{-4} \cdot \pi^3 \cdot D \cdot e \cdot L \cdot \mu_{еф} \cdot n}{36 \cdot \delta \cdot t};$$

J-коефіцієнт, обчислений за формулою:

$$j = \frac{\pi^2 \cdot D^2 - 4t^2}{\pi^2} + \frac{D + d_2 \ - \ D + d_1}{3 \cdot \ d_2 - d_1} + \frac{2{,}3 \cdot \pi^2 \cdot D^5}{t^2 + \pi^2 \cdot D^2 \ \cdot \ h_н - h_2} \cdot \lg \frac{h_н}{h_2};$$

t - крок гвинтової нарізки черв'яка; см

D- зовнішній діаметр черв'яка; см

Δp-перепад тиску в головці;

d_1-діаметр черв'яка в зоні дозування; см

d_2-діаметр сердечника на кінці черв'яка; см

a_2-постійна прямого потоку; см

$h_н$-глибина нарізки на початку зони дозування; см

$h_к$-глибина нарізки на кінці черв'яка; см

L-довжина зони дозування; см

e-ширина гребеня витка черв'яка; см

δ-радіальний зазор; см

$$j = \frac{3{,}14^2 \cdot 0{,}045^2 - 4 \cdot 0{,}065^2}{3{,}14^2} + \frac{0{,}045 + 0{,}056\ ^3 - \ 0{,}045 + 0{,}053\ ^3}{3 \cdot \ 0{,}056 - 0{,}053} +$$

$$+ \frac{2{,}3 \cdot 3{,}14^2 \cdot 0{,}045^5}{0{,}045^2 + 3{,}14^2 \cdot 0{,}045^2 \ \cdot \ 0{,}53 \cdot 10^{-3} - 0{,}35 \cdot 10^{-3}} \times \lg \frac{0{,}53 \cdot 10^{-3}}{0{,}35 \cdot 10^{-3}} = 5{,}92\ м^2.$$

Швидкість зсуву в гвинтовій нарізці черв'яка для визначення ефективної динамічної в'язкості можна отримати за формулою:

$$S = \frac{\pi^2 \cdot D^2 \cdot n}{60 \cdot \delta \cdot \sqrt{\pi^2 \cdot D^2 + t^2}} = \frac{3{,}14^2 \cdot 4{,}5^2 \cdot 180}{60 \cdot 0{,}015 \cdot \sqrt{3{,}14^2 \cdot 4{,}5^2 + 6{,}5^2}} = 3132\ c^{-1}.$$

Ефективна в'язкість при температурі розплаву 190^0С і швидкості зсуву 2095с$^{-1}$:

$$\mu_{еф} = 0{,}75 \cdot 10^3\ Па \cdot c = 0{,}75 \cdot 10^{-3}\ кГ \cdot сек / см^2.$$

$$N_2 = \frac{10^{-4} \cdot \pi^3 \cdot \ t - e \ \cdot L \cdot j \cdot \mu_{еф} \cdot n^2}{36 \cdot t} + \frac{10^{-3} \cdot a_2 \cdot \Delta P \cdot n}{6};$$

$$N_2 = \frac{10^{-4} \cdot 3{,}14^3 \cdot 4{,}5^3 \cdot 0{,}5 \cdot 76 \cdot 0{,}75 \cdot 10^{-3} \cdot 150^2}{36 \cdot 0{,}015 \cdot 6{,}5} = 706{,}3 Вт = 0{,}706 кВт.$$

Ефективна динамічна в'язкість визначається з графічної залежності при температурі розплаву 190^0С і швидкості зсуву розплаву, обчисленої за формулою:

$$S = \frac{\pi^2 \cdot \ D - h_{cp} \ \cdot \ D - 2 \cdot h_{cp} \ \cdot n}{60 \cdot h_{cp} \cdot \sqrt{\pi^2 \cdot \ D - 2h_{cp} \ ^2 - t^2}},$$

де h_{cp}-средня глибина гвинтового черв'яка:

$$h_{ch} = \frac{h_н + h_2}{2} = \frac{0,53 + 0,35}{2} = 0,44 \ см.$$

$$S = \frac{3,14^2 \cdot \ 4,5 -, 44 \ \cdot 4,5 \ \ 6,3 - 2 \cdot 0,44 \ \cdot 150}{60 \cdot 0,44 \cdot \sqrt{3,14^2 \cdot \ 4,5 - 2 \cdot 0,44 \ ^2 + 6,5^2}} = 97,2 \ c^{-1}.$$

Ефективна в'язкість при температурі розплаву 190 ^{0}С і швидкості зсуву

97,2с $^{-1}$, $\mu_{еф} = 0,63 \cdot 10^3 \ Па \cdot c$

$$N_1 = \frac{10^{-4} \cdot 3,14^3 \cdot \ 6,5 - 0,5 \ \cdot 76 \cdot 592 \cdot 6 \cdot 10^{-3} \cdot 150^2}{36 \cdot 0,063} + \frac{10^{-3} \cdot 22,6 \cdot 370 \cdot 150}{6} = 68220,2 \ Вт = 68,22 \ кВт.$$

Загальна потужність буде дорівнює:

N = N_1 + N2= 68,22 +0,706 = 68,93 кВт

Враховуючи ККД приводу, потужність що споживається буде складати :

$$N = \frac{N}{\eta} = \frac{68,93}{0,88} = 78,33 \ кВт.$$

Вибираємо двигун 2ПФ-250LУ4 потужністю 80 кВт.

2. Розрахунки на міцність

2.1 Розрахунок черв`яка на стиск

Метою розрахунку є визначення працездатності черв´яка.

На черв´як діють такі силові фактори:[8 , 9, 12]

- осьве зусилля $P_{ос.}$;
- рівномірно розподілене навантаження від власної ваги q;
- обертальний момент $M_{об}$.

Схема навантаження черв´яка та епюри напружень зображені на рисунку 4.1.

Розраховуємо крутний момент:

$$M_{кр} = \frac{9550 \cdot N}{n} = \frac{9550 \cdot 80}{150} = 5,09 \cdot 10^3 H \cdot м.$$

де N=80 –потужність, яка споживається черв'яком, кВт;

n =150 - швидкість обертання черв'яка, об/хв.

Осьове зусилля:

$$P_{ос} = \frac{2 \cdot M_{кр}}{D} = \frac{2 \cdot 5,09 \cdot 10^3}{0,045} = 22,6\ кН.$$

де D=0,045 - зовнішній діаметр черв'яка,м;

φ=16,5°- кут підйому нарізки.

Розподілене навантаження від власної ваги:

$$q = \frac{9,81 \cdot G}{l_p} = \frac{9,81 \cdot 45,4}{1,89} = 235,6 H / м.$$

де G- маса черв'яка, кг;

l_p=1,89 - довжина робочої частини, м.

$$G = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \rho \cdot l_p = \frac{3,14 \cdot 0,045^2 \cdot 7710 \cdot 1,890}{4} = 45,4 кг.$$

$$M_{\max} = \frac{1}{2} \cdot q \cdot l_p^2 = \frac{1}{2} \cdot 235,6 \cdot 1,89^2 = 420,8\ Нм.$$

W_x- осьовий момент опору:

$$W_x = \frac{\pi \cdot d^3(1-\alpha^4)}{32} = \frac{3{,}14 \cdot 0{,}035^3 \;\; 1-0{,}29^4}{32} = 1{,}01 \cdot 10^{-5}$$

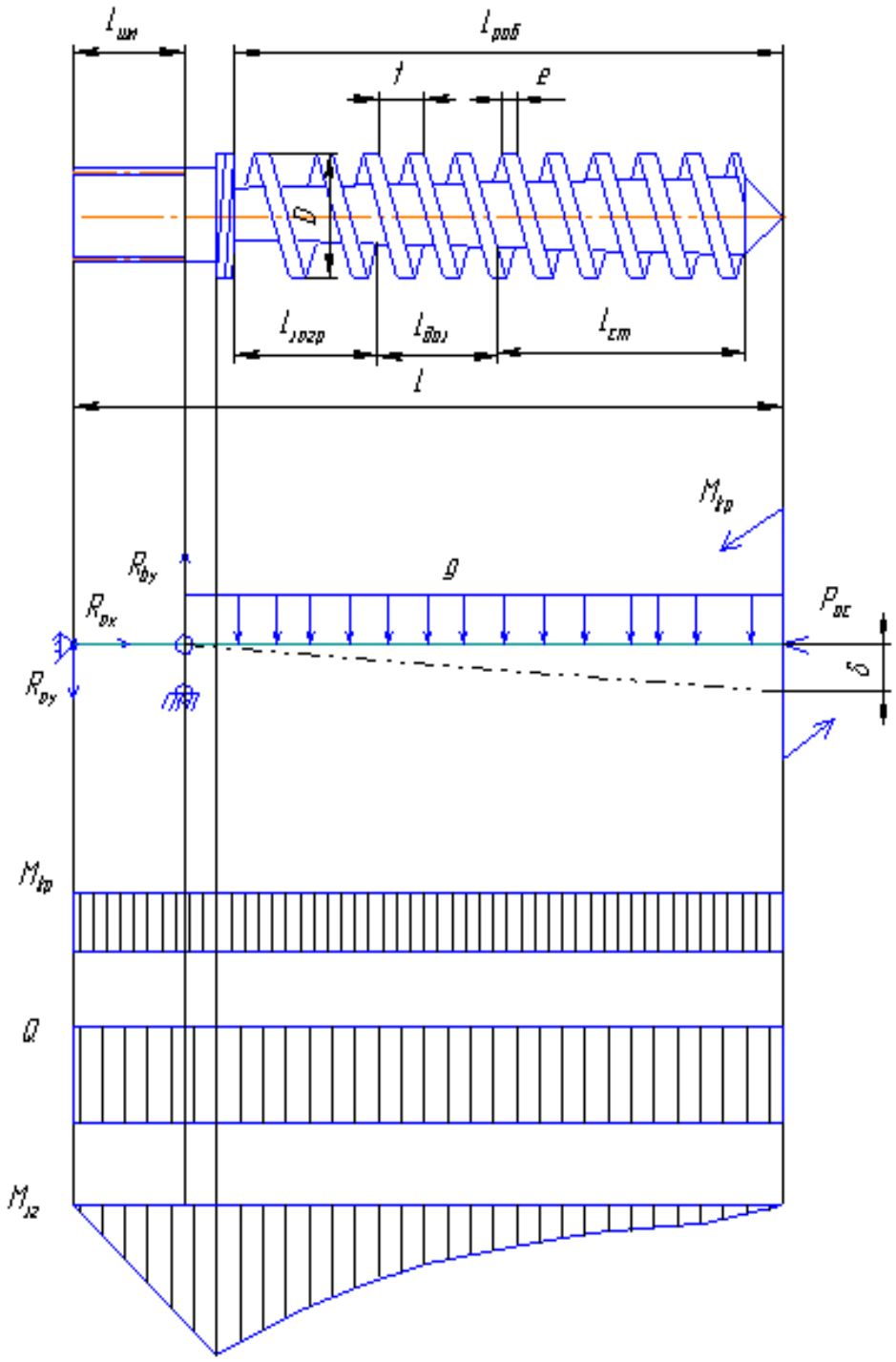


Рисунок 4.1-Розрахункова схема шнека та епюри напружень.

Стискне напруження:

$$\sigma_{cm} = \frac{P_{oc}}{F} + \frac{M_{\max}}{W_x} = \frac{22,6 \cdot 10^3}{1,23 \cdot 10^{-3}} + \frac{420,8}{1,01 \cdot 10^{-5}} = 84,8 \text{ МПа.}$$

де F- площа небезпечного перерізу (під завантажувальною воронкою в місці початку нарізки, де найбільші навантаження і найменша площина, без урахування площі перерізу витків):

$$F = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4}(1-\alpha^2) = \frac{3,14 \cdot 0,035^2}{4}\ 1-0,29^2\ = 1,23 \cdot 10^{-3} м^2.$$

$$\alpha = \frac{d_0}{d_1} = \frac{0,014}{0,035} = 0,29.$$

d_0 -діаметр осердя в зоні завантаження;

Дотичне напруження:

$$\tau = \frac{M_{кр}}{W_p} = \frac{5,09 \cdot 10^3}{2,02 \cdot 10^{-5}} = 252\, МПа.$$

де W_p- полярний момент опору:

$$W_p = \frac{\pi \cdot d_1^3\ 1-\alpha^4}{16} = \frac{3,14 \cdot 0,035^3 \cdot\ 1-0,29^4}{16} = 2,02 \cdot 10^{-5} м^3$$

Еквівалентне напруження за третьою теорією міцності:

$$\sigma_{cm} = \sqrt{\sigma_{cm}{}^2 + 4 \cdot \tau^2} = \sqrt{84,8^2 + 4 \cdot 252^2} = 511 \text{ МПа.}$$

Коефіцієнт запасу повинен перевищувати допустиме значення:

$$n = \frac{\sigma_t}{\sigma_{экв}} \geq [n]$$

Матеріал червяка сталь 38Х2МЮА для якої σ_t=880 МПа.

Значення допустимого коефіцієнта запасу зазвичай 1,6...2 [6]

$$n = \frac{880}{511} = 1,72 \in [1,6;2]$$

Умова міцності черв'яка виконується.

2.2 Розрахунок черв'яка на кручення

Перевіряємо найбільш слабкий переріз на кручення:[6,12]

$$N_\tau = \frac{\tau_1}{\tau_p\left(\frac{k_\tau}{\beta \cdot \varepsilon_\tau} + \zeta_\tau\right)} = \frac{252 \cdot 10^6}{32,2 \cdot 10^6 \cdot \left(\frac{1,9}{0,9 \cdot 0,59} + 0,05\right)} = 2,16$$

де $\tau 1$=252·10^6 – межа втоми при крученні для сталі 38Х2МЮА, Па;

β=0,9 –коефіцієнт стану поверхні;

K_τ = 1,9 – ефективний коефіцієнт концентрації напружень;

$\varepsilon_\tau = 0,59$ - коефіцієнт, що враховує вплив змінної складової напруження;

$\zeta = 0,05$ - коефіцієнт, що враховує вплив постійної складової напруження.

Розрахункове напруження кручення

$$\tau_p = \frac{M_{kp}}{2 \cdot W_{ro}} = \frac{5,09 \cdot 10^3}{2 \cdot 7,9 \cdot 10^{-5}} = 32,2 \text{ МПа.}$$

де $W_{го}$ – полярний момент опору крученню перерізу черв'яка з врахуванням жорсткості витків

$$W_{ro} = 2 \cdot \frac{I}{R} = 2 \cdot \frac{9,278 \cdot 10^{-7}}{0,0235} = 7,9 \cdot 10^{-5} м^3.$$

I=9,278 10^{-7} м^4 – полярний момент інерції перетину черв'яка;

R=0,0225 –радіус осердя черв'яка.

Підставивши всі значення в формулу, отримуємо запас міцності 2,16, що задовольняє умови.

2.3 Розрахунок черв`яка на жорсткість

Важливо забезпечити умови жорсткості - максимальний прогин черв'яка повинен бути меншим, ніж структурний зазор $\delta_{\forall max} \geq \delta_k$.[6,12]

Вихідні дані : Матеріал черв`яка сталь 38Х2МЮА , діаметр черв`яка d=45мм, зазор між корпусом і черв`яком δ = 0,15 мм, Е-модуль пружності , Е=2*10^5 МПа; I=9,278 10^{-7} м^4 – полярний момент інерції перетину черв’яка;

P_{oc} = 53,1 кН.

Максимальний прогин дорівнює :

$$\delta = \frac{1}{IE}\left[\frac{q}{k^2}\left(\frac{1}{k^2}+\frac{l_p}{2}\right)-\frac{1}{k}\left(\frac{q}{k^2}+A\cdot l_p\right)\cdot\cos(k\cdot l_p)-\frac{1}{k^2}\left(\frac{q\cdot l_p}{k}-A\right)\cdot\sin(kl_p)\right];$$

де

$$k=\sqrt{\frac{P_{oc}}{EI}}=\sqrt{\frac{53100}{2\cdot 10^{11}\cdot 9{,}278\cdot 10^{-7}}}=0{,}53;$$

$$A=\frac{q\left[l_p-\frac{1}{k}\sin(kl_p)\right]}{k*\cos(kl_p)}=\frac{2{,}35*\left[1{,}89-\frac{1}{0{,}53}\sin(1{,}89*0{,}53)\right]}{0{,}53*\cos(0{,}53*1{,}89)}=8{,}24;$$

Максимальний прогин :

$$\delta_{\max}=\frac{1}{2*10^{11}*9{,}278*10^{-7}}\left[\begin{array}{l}\frac{2{,}35}{0{,}53^2}\left(\frac{1}{0{,}53^2}+\frac{1{,}89}{2}\right)-\\ \frac{1}{0{,}53}\left(\frac{1{,}89}{0{,}53^2}+8{,}24*1{,}89\right)*\cos(0{,}53*1{,}89)-\\ -\frac{1}{0{,}53^2}\left(\frac{2{,}35*1{,}89}{0{,}53}-8{,}24\right)*\sin(0{,}53*1{,}89)\end{array}\right]=0{,}08мм;$$

прогин в межах допустимого .

2.4 Розрахунок черв'яка на витривалість

Оскільки черв'як може витримати згинальний момент навантаження від циклічної дії власної ваги, доцільно перевірити його витривалість [6,12]. Розраховуємо коефіцієнт запасу міцності під час циклічного навантаження

$$n_б = \frac{\sigma_{-1}}{k_\sigma \ d \cdot \sigma_a + \psi_\delta \cdot \sigma_c} = \frac{0,4 \cdot 880}{4,643 \cdot 41,66 + 0,25 \cdot 0} = 1,82$$

де $\sigma_{-1} = 0,4 \cdot \sigma_в$ - допустиме напруження під час циклічного навантаження ($\sigma_в$=1200...1400 МПа);

σ_a -амплітуда змінювання напружень, у цьому випадку вони змінюються від $+\sigma_{мах}$ до -$\sigma_{мах}$ $+41,66 \le \sigma_а \le -41,66$ де $\sigma_{мах}$-найбільші напруження від дії згинального моменту

$$\sigma_{мах} = \frac{M_{мах}}{W_x} = \frac{420,8}{1,01 \cdot 10^{-5}} = 41,66 \text{ МПа.}$$

σ_c=0 -середнє напруження циклу, оскільки цикл симетричний; ψ_σ=0,25; $(k_\sigma)_d$ - ефективний коефіцієнт концентрації напружень, який можна знайти за формулою

$$(k_\sigma)_d = \frac{k_\delta}{(\beta \cdot \varepsilon)} = \frac{1,95}{1 \cdot 0,42} = 4,643$$

де k_δ=1,9..2- коефіцієнт концентрації напружень; β – коефіцієнт, який враховує якість поверхні деталі (для полірованої поверхні черв'яка β=1), $\varepsilon = 0,42$ - коефіцієнт, який враховує розмір перерізу деталі і обирається в залежності від діаметра з таблиць.

Всі умови розрахунку черв'яка на витривалість виконуються.

2.5 Розрахунок шліцьового з'єднання

Черв'як з валом вузла упорного підшипника з'єднується шліцьовим евольвентним з'єднанням 40×1,5×9 згідно з ГОСТ 6033-80.

Розрахунок шліцьового з'єднання проводять на зминання втулки в місці її зіткнення з бічними поверхнями зубців.[10]

$$\sigma_{зм} = \frac{M_{кр}}{\psi \cdot z \cdot h \cdot l \cdot r_{ср}} \le [\sigma]_{см},$$

де Мкр =5,09 кН·м – крутний момент, діє на вал черв'яка, $[\sigma]_{зм}$=60МПа -напруга зминання, що допускається на бічних поверхнях зубце-шліцевих з'єднаннях,

ψ=0,75 - коефіцієнт, що враховує нерівномірність розподілу навантаження по зубцях,

Z=28 - число зубців,

L=8,5 см - робоча довжина уздовж осі валу;

h - робоча висота контактуючих зубців в радіальному напрямі;

$r_{ср}$ - середній радіус, тобто відстань від осі обертання валу до середини висоти зубця:

$$r_{ср} = \frac{D_в + D_a}{4}, \qquad h = \frac{D_в - D_a}{2}$$

де D_b=4,0 см - зовнішній діаметр,

D_a - внутрішній діаметр (кола виступів для отворів);

m=0,3 см – модуль.

При центруванні по боковим поверхням зубців:

D_a=D-2·m=4,0-2·0,3=3,4см,

$$r_{ср} = \frac{3,9 + 39,5}{4} = 3см, \qquad h = \frac{4,5 - 3,9}{2} = 0,6см$$

$$\sigma_{см} = \frac{5090}{0,75 \cdot 28 \cdot 0,6 \cdot 20 \cdot 3} = 13,5 МПа..$$

2.6 Розрахунок міцності болтів

Проведемо розрахунок болтів, що сполучають корпус преса з фільтром, на міцність.[10]

З'єднання здійснюється відкидними болтами М16, кількість болтів - 6, матеріал болтів - Сталь 30ХГСА ГОСТ 4543-71, термообробка 28....32 HRC, з'єднання проводиться з з попереднім затягуванням.

Визначаємо розрахункове зусилля при одночасній дії центральної відриваючої сили і зусилля затягування з урахуванням пружних властивостей матеріалу болтів і з'єднань деталей.

З умови збереження щільності стику:

$$P_{зат} = K \cdot (1 - \lambda) \cdot P,$$

де: К - коефіцієнт затягування при постійному зовнішньому навантаженні: К=1.3... 1.5, приймаємо: К=1.4.

λ - коефіцієнт основного навантаження для з'єднань із сталевих деталей без прокладки: λ=0,2...0,3, приймаємо: λ=0,3.

Р=53,1 кН - осьове зусилля, що діє в циліндрі,

$$P_{зат} = 1{,}4 \cdot (1 - 0{,}3) \cdot 53{,}1 \cdot 10^3 = 52038 \text{ Н}.$$

Розрахункове навантаження з урахуванням крутного моменту затягування:

$$P_p = 1.3 \cdot P_{зат} + \lambda \cdot p = 1{,}3 \cdot 52038 + 0{,}3 \cdot 53{,}1 \cdot 10^3 = 83579{,}4 \ H.$$

Навантаження доводиться на один болт:

$$P_z = \frac{P_P}{Z} = \frac{83579{,}4}{6} = 13929{,}9 \ H.$$

де Z=6 - кількість болтів.

Напруга розтягування, що виникає в болтах:

$$\sigma_p = \frac{P_z}{F} \le \sigma \ ,$$

де F - площа перетину болта М16,

$d_{ВН}$= 1,384см - внутрішній діаметр різьби М16

$$F = 0.785 \cdot d_B^2 = 0.785 \times 1{,}384^2 = 1{,}5 \text{ см}^2.$$

$$\sigma_P = \frac{13929{,}9}{1{,}5 \cdot 10^{-4}} = 92{,}9\,МПа \le \sigma\ .$$

Визначимо границю міцності, що допускається, для болтів із сталі 30ХГСА.

σ_t=280МПа – границя плинності сталі 30ХГСА ГОСТ 4543-71, для перетину до 40мм,

σ_B=350МПа - границя міцності цієї сталі.

Згідно ГОСТ 12816-80 при $\frac{\sigma_T}{\sigma_B} = \frac{280}{350} = 0{,}8$ $\sigma = \frac{\sigma_T}{1{,}5}$

де [σ]доп.- напруга розтягування, що допускається, для болтів

$$\sigma_{доп} = \frac{280}{1{,}5} = 186{,}6\ МПа., \qquad \sigma_p \prec \sigma$$

Розрахуємо вісь, навколо якої обертається відкидний болт, на зріз. Напруга зрізу:

$$\tau_{ср} = \frac{P}{F} \le [\tau]_{ср}$$

де P=13929,9 Н - розрахункове навантаження,

F - площа перетину осі; см^2

d - діаметр осі; см

$$F = 0.785 \times d = 0.785 \times 1^2 = 0{,}785 \text{ см}^2,$$

$$\tau_{ср} = \frac{13929{,}9}{0{,}785 \cdot 10^{-4}} = 177{,}5\,МПа \le \tau_{ср}$$

Матеріал осі - Сталь 40Х ГОСТ 4543-71, 28...32HRC.

[τ]$_{ср}$=195 МПа - напруга, що допускається, на зріз для матеріалу осі:

$$\tau_{ср} \prec \bar{\tau}_{ср}$$

3 Тепловий розрахунок черв’ячного преса

Тепловий розрахунок цієї машини зводиться до розрахунку найвідповідальніших за температурні характеристики елемента - корпусу і черв'яка, що є оболонкою, до якої подається і тепло, і охолодження. Найважливіші температурні процеси відбуваються в цих елементах машини .[8 ,6]

Вихідні дані

Потужність встановленого електродвигуна – N = 80 кВт.

Початкова температура матеріалу – $t_{поч}$ = 20 Cº.

Кінцева температура матеріалу – $t_{кін}$ = 200 Cº.

3.1 Енергетичний баланс

Кількість тепла, що необхідно відвести з охолоджувальною водою, визначається рівняння енергетичного балансу : [7]

$$N_{охол.}=N_{дв.} – (N_{суміші} – N_{втрат}) ,$$

де Nдв. – встановлена потужність електродвигуна приводу ;

Nсум. – потужність , що втрачається на нагрівання полімерної суміші ;

Nвтрат – втрати потужності в навколишній простір та в приводі машини

$N_{сум.}=Q_{сум.}*1.16*10^{-3}$,

де Qсум. – кількість теплоти , що необхідне для нагріву перероблюваної полімерної суміші від t поч до t кін. .

$Q_{сум.}=G*C_{сум.}*(t_{кін.} – t_{поч.})$

або $N_{сум.}=G*C_{сум.}* (t_{кін.} – t_{поч.})*1.16*10^{-3}$

$$N_{сум.}=160\frac{кг}{3600сек}*1,5*10^{3}\frac{Дж}{кг^{\circ}C}*(200^{\circ}C - 20^{\circ}C)*1,16*10^{-3}=13,9кВт.$$

Для визначення втрат енергії загальний КПД черв'ячної машини η=0.7 … 0.9 коефіцієнт , що враховує втрати енергії в приводі ЧМ .

Втрати потужності

Nпот. = N*(1-η) = 80 * (1-0.88) = 80*0,12 = 9,6 (кВт.)

Тоді Nохол. = 80 – (13,9+9,6) = 56,5 (кВт.)

В перерозрахунку на теплову енергію

Qохол.=Nохол. $\cdot$860=56,5$\cdot$860=48590 $\frac{ккал.}{год.}$.

3.2 Енергетичний баланс та тепловий розрахунок

черв'ячної машини 45х25

Теплофізичні властивості полімерних сумішей , що перероблюються Питома теплоємність для поліетилену: [6 , 11]

Ссум.=0,36 ккал/(кг$\cdot$К)=1,5 кДж/(кг$\cdot$ $^\circ$С) ;

Коефіцієнт теплопровідності :

λ=0.105 Вт/(м^2 К)

Вхідна температура полімеру :

Твх.=20°С

Температура полімеру на виході з машини :

Твих.$\leq$200°С ;

Температура охолоджувального повітря :

$t_п$=25 $^\circ$С ;

Охолодження корпуса преса – повітряне від індивідуальних вентиляторів.

Максимальна температура нагріву у вторинному контурі - 80° С .

Кількість тепла , що передається від полімерної суміші до охолоджувального повітря через розділяючі поверхні , знаходимо за основним рівнянням теплопередачі

Nохол.=К$\cdot$F$\cdot$ Δt сер ,

де К – коефіцієнт теплопередачі , $\frac{Вт}{м^2 {}^{\circ}C}$;

F – площа поверхні теплообміну , $м^2$;

Δtсер. – середньологаритмичний температурний напір між полімерною сумішшю та охолоджувальним повітрям .

Коефіцієнт теплопередачі визначимо за формулою

$$К=\frac{1}{\frac{1}{\alpha 1}+\frac{\sigma.ст}{\lambda.ст}+\frac{1}{\alpha 2}}\ ,\ \frac{Вт}{м^2 {}^{\circ}C}\ ,$$

де α1 – коефіцієнт тепловіддачі від полімерної суміші до стінки .

Значення цьго коефіцієнта можна орієнтовно прийняти

α_1=2000 $\frac{Вт}{м^2 {}^{\circ}C}$; [11]

δ ст.=0,018 м – товщина тепловіддаючої стінки ;

λ ст.=60 $\frac{Вт}{м {}^{\circ}C}$ - коефіцієнт теплопровідності стінки ; [6]

α_2 – коефіцієнт тепловіддачі від стінки до повітря

$$\alpha_2=\frac{Nu\cdot\lambda..n}{dекв.}\ ,$$

де λn=2,689$\cdot 10^{-2}$ $\frac{Вт}{м {}^{\circ}C}$ - коефіцієнт теплопровідності повітря при 40° С ; [6]

dекв. – еквівалентний діаметр охолоджувального каналу , м

$$dекв.=\frac{4\cdot fк}{П},$$

де $f_k = \frac{\pi \cdot (d_2^2 - d_1^2)}{4} = \frac{3{,}14 \cdot (0{,}15^2 - 0{,}1^2)}{4}$=0,0098 [м^2] – площа перетину охолоджувального каналу ;

$$П = \pi \cdot d_2 + \pi \cdot d_1 = 3{,}14 \cdot 0{,}15 + 3{,}14 \cdot 0{,}1 = 0{,}785 \text{ [м]}$$

Змочуваний периметр охолоджувального каналу (в поперечному перетині)

$$\text{декв.} = 4 \cdot 0{,}0098/0{,}785 = 0{,}05 \text{ [м]} .$$

Для вибору критеріального рівняння , що визначає значення Nu , знайдемо режим руху охолоджувального повітря в рубашці секції ЧМ .
При вимушеній течії

$$Re = Vсер.*декв.* \rho \ / \ \mu = Vсер.*декв. \ / \ \nu ,$$

де Vсер. – середня швидкість руху повітря в охолоджувальних каналах .
Попередньо приймемо витрати повітря на одну секцію машини ЧПК 45*25 орієнтовно 1,5 м^3/год. .Тоді швидкість повітря в рубашці охолодження складатиме : $Vв = \frac{Gв}{3600 \cdot f_к} = \frac{1{,}5}{3600 \cdot 0{,}0098} = 11{,}3 \ [\frac{м}{с}]$.

$\nu = 16{,}42*10^{-6} \ \frac{м^2}{с}$ - коефіцієнт кінематичної в'язкості повітря при 40° С [6] .

$$\text{Тоді } Re = Vв*декв. \ / \ \nu = \frac{11{,}3*0{,}05}{16{,}42*10^{-6}} = 34451 .$$

$$34451 > 10000 ,$$

тобто маємо турбулентний режим руху, при якому для визначення Nu рекомендується наступне рівняння [11]

$$Nu = 0.76*Re^{0.5} Pr_{рід}^{0.43} *(\frac{Pr_{рід.}}{Pr_{ст.}})^{0.25} ,$$

де $Pr_{ст.}$ та $Pr_{рід.}$ - критерії Прандтля для рідини при температурі стінки та температурі охолоджувального повітря відповідно [11]

$$Pr_{рід.}=0{,}70013 \text{ при температурі } 40^\circ C .$$

Для визначення $Pr_{ст.}$ приймаємо попередньо

$$t_{ст.}=t_{в.сер.}+15^\circ C=40+15=55^\circ C;\ Pr_{ст.}=0{,}7$$

$$Nu=0{,}76\cdot 34451^{0.5}\cdot 0{,}7^{0.43}\cdot\left(\frac{0{,}7}{0{,}7}\right)^{0.25}=121 .$$

$$\alpha_2=\frac{121\cdot 2{,}689\cdot 10^{-2}}{0{,}05}=65\ \frac{Вт}{м^2\cdot^\circ C} .$$

Визначаємо коефіцієнт теплопередачі

$$K=\frac{1}{\frac{1}{2000}+\frac{0{,}018}{60}+\frac{1}{65}}=68\frac{Вт}{м\cdot^\circ C} .$$

Середньологаритмічний температурний напір визначимо з наступного рівняння [11]

$$\Delta t_{сер}=\frac{\Delta t_б-\Delta t_м}{2.3*Lg\frac{\Delta t_б}{\Delta t_м}} .$$

$$\Delta t_б=200-40=160 \text{ та } \Delta t_м=60-36=24 .$$

$$\Delta t_{сер.}=\frac{160-24}{2.3*Lg\frac{160}{24}}=71.8^\circ C .$$

Поверхня охолодження ЧП складається з наступних складових :

а) для машини ЧП45х25

$$F_к=\pi*D_Н*L*\varphi\ ,\ м^2 ,$$

де Dн=0,1 м – зовнішній діаметр циліндра ;

L=2 м – довжина циліндра ;

φ =0,9 – коефіцієнт , що враховує поверхню , зайняту фланцями

$$F_К=3{,}14*0{,}1*2*0{,}9=0{,}57\ м^2 ;$$

Кількість тепла , що відводиться з охолоджуючим повітрям

$$N^1_{охол.}=80*0,39,5*71,8=32,7 \text{ кВт.}$$

На основі енергетичного балансу

$$Nохол.=41 \text{ кВт.} > N^1_{охол.}=3700 \text{ Вт.}$$

Перевіримо зовнішню $t_{ст}$ поверхні теплопередаючій стінки ЧМ (ПЕ)

$$N^1_{охол.}=\alpha_2*Fсум.*(t_{ст}-t_в)=\alpha_2*Fсум.*\Delta t,$$

$$\text{звідки } \Delta t=\frac{N^1_{охол.}}{\alpha 2*F_М}=\frac{3700}{100*0,57}=65° \text{ C.}$$

$$t_{ст}=\Delta t+t_п=65+39=104^\circ \text{ C, що є задовільно.}$$

Остаточно приймаємо сумарну продуктивність вентиляторів 1,5м^3/год.

Технологія машинобудування

ЗМІСТ

1 Технологія машинобудування

1.1 Технологічний процес виготовлення деталі

Метою розділу проекту є розробка технологічного процесу виготовлення деталі – фланця і проектування оснастки (пристрою) для одної з операцій виготовлення деталі. [9 , 5]

У ході виконання таких завдань, як: розробка технології виготовлення деталі «фланець», яка включає вибір способу отримання підготовки, вибір обладнання та інструментів для кожної операції.

Фланець з'єднує корпус циліндра, в якому розміщений черв'як, з бункером преса. Фланець поглинає сили від тиску, який виникає в області завантаження, і передає ці сили на корпус. Фланець працює в умовах підвищених температур. Деталь відповідальна і напружена. Внутрішні та зовнішні дефекти не допускаються.

Матеріал деталі має достатню пластичність для обробки тиском. Заготовка близька за формою та розміром до форми та розміру готової деталі, що є ознакою технологічності.

Матеріал сталевої частини 40 добре ріжеться за допомогою стандартних ріжучих матеріалів. Всі деталі поверхні доступні для ріжучого інструменту. Ступені поверхонь обертання зменшуються в одному напрямку - це технологічно.

В інших аспектах деталь складається з уніфікованих конструктивних елементів з оптимальним ступенем точності та шорсткості поверхні, що дозволяє використовувати високопродуктивне обладнання та стандартне обладнання при
хороші технологічні основи.

1.2. Вибір пристосування

При виготовленні деталей - Фланця виконується багато різних операцій. Для кожного з них в основному використовують власний пристрій. Я вибрав один із них, кондуктор оснащений швидкісним пневматичним діафрагмовим приводом та трьома захопленнями для розточування поверхні.

1.3.Опис конструкції і принципу роботи

Для свердління отворів ø 18 мм на кінцях фланця розроблений універсальний кондуктор, оснащений швидкодіючим пневматичним приводом діафрагми.

Стиснене повітря, необхідне для роботи цього кондуктора, надходить під тиском (Р = 4 кг / см2) з цехової мережі у верхню порожнину пневматичного приводу. У цьому випадку стрижень 3 рухається вниз (див. Креслення кондуктора) і опускає раму 4 пневматичного приводу, до якої прикріплені притискні ніжки 7, які за допомогою пластини 2 притискають деталь до корпусу 1 кондуктора - фіксація заготовки. При переміщенні штока 3 вниз відбувається стиснення пружин 9. Після процесу буріння тиск повітря в робочій порожнині пневматичного приводу знижується до 0. У цьому випадку під дією стиснених пружин 9 направляючий стрижень 3 рухається вгору, звільняючи частину. При фіксації нової деталі цикл повторюється.

Схема сил, що діють у пристрої, показана на рисунку 1.3

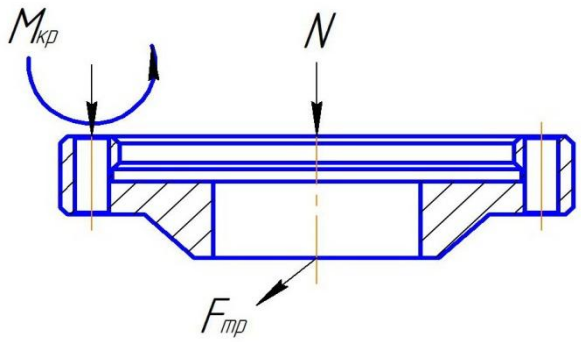


Рисунок. 1.3 Схема сил, що діють у пристрої

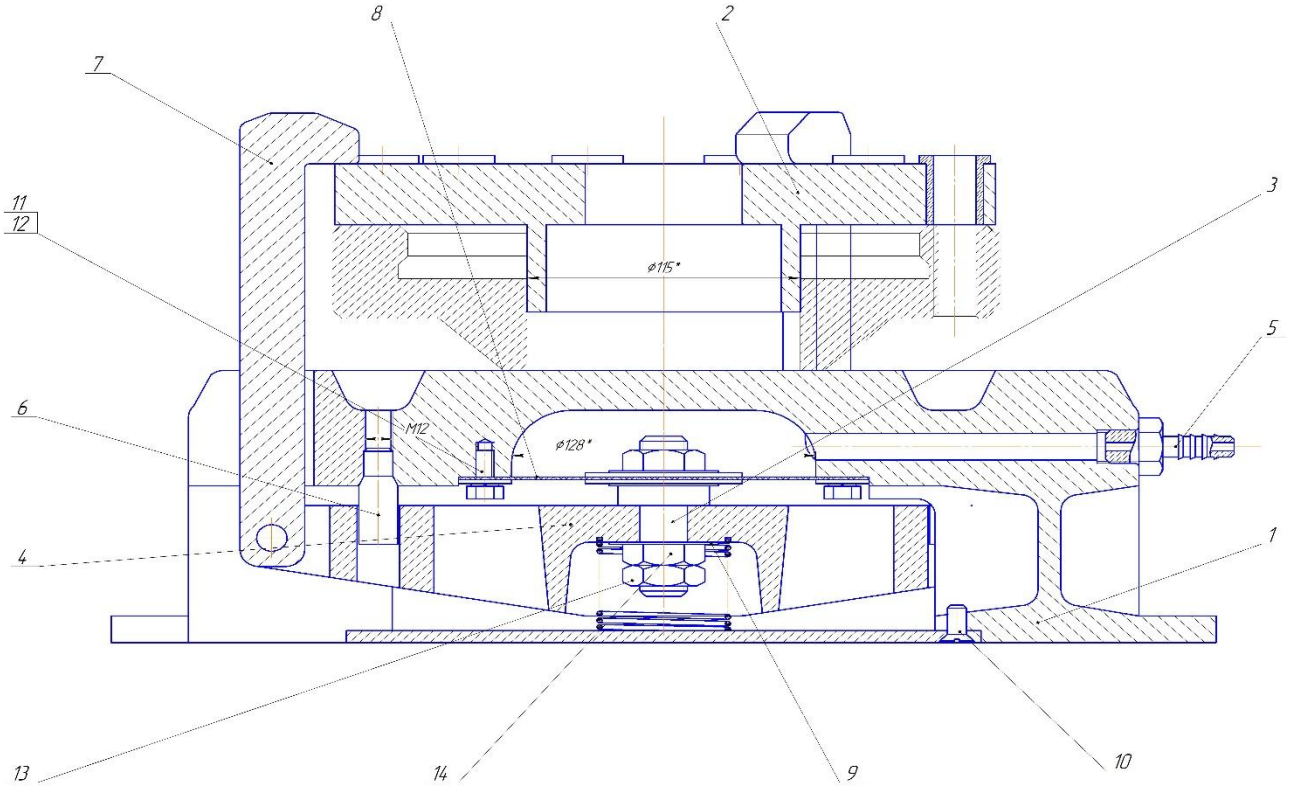


Рисунок 1.2. Кондуктор оснащений швидкодіючим пневматичним діафрагменним приводом і трьома прихватами.

1.4.Розрахунок сил закріплення

Закріплення заготовки в патроні виконується за допомогою затискного гвинта.

Визначаємо силу притискання заготовки P прихватами:

$$P = \frac{2 \cdot M_{MAX} \cdot k}{D \cdot f} = \frac{2 \cdot 14,4 \cdot 3,5}{0,280 \cdot 0,16} = 3579,54H;$$

M_{max} – максимальній обертовий момент при свердлінні отвору під різьбу М10-6Н, формула [6].

$M_{MAX} = 14,4 Нм$

D – діаметр базової поверхні, D=0,280м;

К – коефіцієнт запасу, к=3,5 [14,с.85]

f – коефіцієнт тертя, f = 0,16 [14,с.85]

σ – напруження розтягу – стиску матеріалу гвинта, $\sigma = 9 \cdot 10^7$Па [13,с.186].

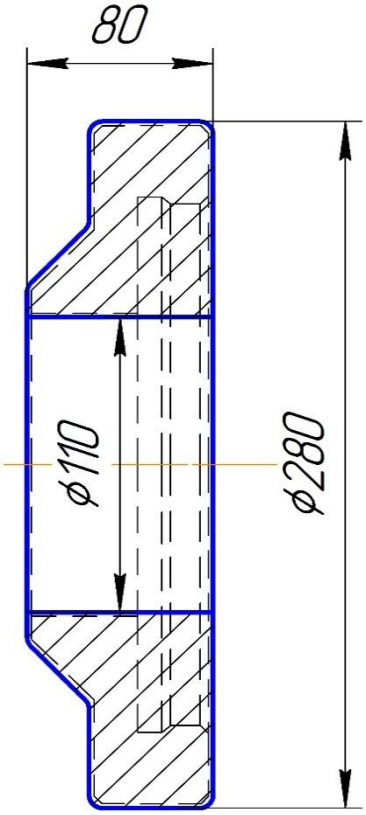


Рис.1.4 Ескіз заготовки. Сталь 45

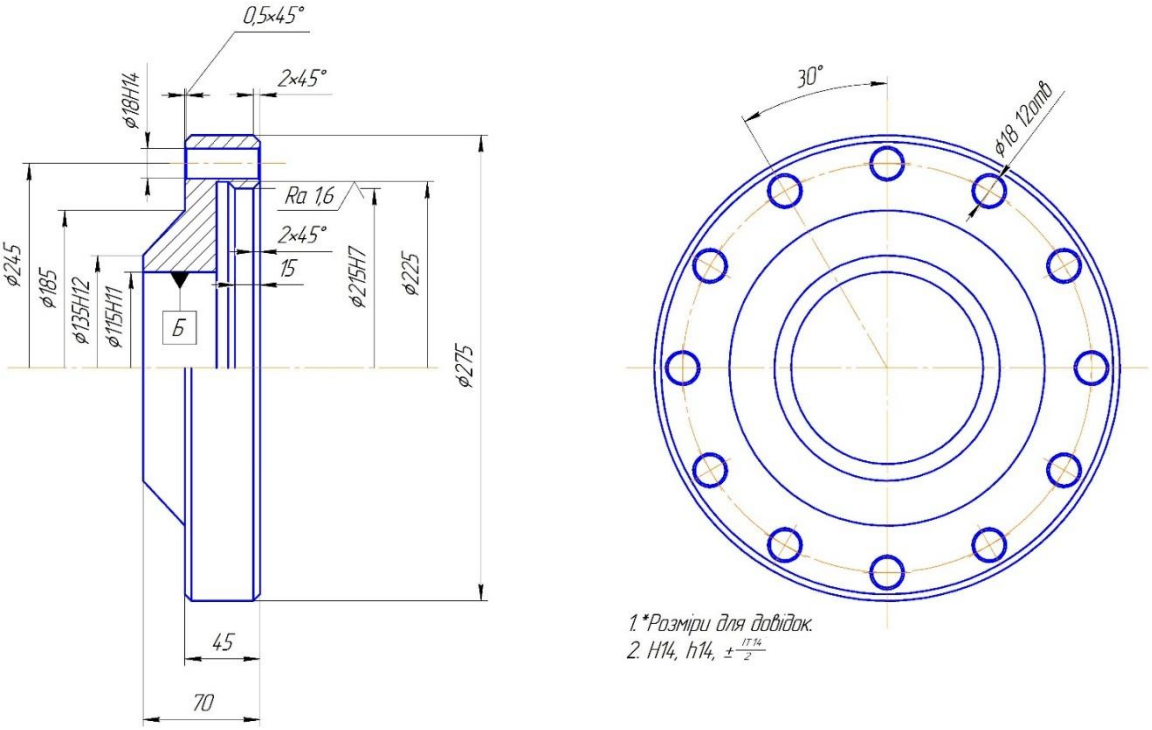


Рис.1.5. Ескіз деталі «Фланец

Список літератури

1. Мельник В. «Полеты» вокруг екструдера – в мечах и наяву. – Инженерные сети из полимерных материалов, № 1, 2003.

2. І.О.Мікульонок, В.О.Новік, Л.Б.Радченко, В.І.Сівецький – Черв'як екструдера для перероблення полімерних матеріалів, - Заявка № 2002075454; Опубл.15.04.2003, Бюл. №4, 2003р.

3. Жидецький В.Ц., Джигирей В.С., Сторожук В.М. – Практикум із охорони праці – Л.: Афиша, 2000 – 352 с.

4. Л.Б. Радченко, В.І. Сівецький – Основи моделювання і конструювання черв'ячних екструдерів.– К.: Політехніка, 2002. – 146 с.

5. Расчёты деталей машин. А.В.Кузьмин, И.М.Чернин, Б.С.Козинцов. Минск Высш. школа, 1986.-384с.

6. Басов Н.І., Козаков Ю.Ю., Любартович В.А. – Розрахунок та конструювання обладнання для виробництва і переробки полімерних матеріалів – М.: 1986. – 486с.

7. Лащинский А. А., Толчинский А. Р. – Основы конструирования и расчета химической аппаратуры – Изд. 2-ое. – Л.: «Машиностроение», 1970. – 752 с.

8. М.Ф. Міхальов – Розрахунок і конструювання машин і апаратів хімічних виробництв. Приклади та задачі. Л: Машинобудування, 1984 – 300с.

9. Справочник технолога-машиностроителя. Т. I и 2 – Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова. - 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985 – 1986. – 823 с.

10. Сідоров Д.Е., Колосов О.Є., Гур'єва А.О.. "Оцінювання геометричних параметрів пет-виробів у процесі формування," Вісник НТУУ "КПІ імені Ігоря Сікорського". Серія: Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження. 2017. N 1. С. 43-48. DOI: 10.20535/2306-1626.1.2017.119469

11. Техника переработки пластмасс / под ред. Н. И. Басова, В. М. Броя. – М.: Химия, 1985. – 528 с.

12. Щербина В.Ю., Швачко Д.Г., Ефименко Е.А., Дослідження напружено-деформованого стану обертового теплового агрегату // Вісник Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут". Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження. - 2018. - № 1. - С. 65-71. DOI: https://doi.Org/10.20535/2306-1626.1.2018.143382

13. Збірник доповідей XI Всеукраїнської науково-практичної конференції «Ефективні процеси та обладнання хімічних виробництв та пакувальної техніки». – 2020. – С. 10.: https://cpsm.kpi.ua/Doc/Conf_XI_CPSM_2020.pdf

14. Казак І.О. "Аналіз впливу шару накипу на коефіцієнт теплопередачі у горизонтальному кожухотрубному теплообміннику". Вісник НТУУ "КПІ імені Ігоря Сікорського". Серія: Хімічна інженерія, екологія та *ресурсозбереження*. 2019. N 1. С. 17-25. DOI: 10.20535/2617-9741.1.2019.170883.

15. Погорілий О.В., Сідоров Д.Е., Колосов О.Є., Казак І.О.. "Зонований аналіз температурних режимів під час розігрівання пет-преформ". *Вісник НТУУ "КПІ імені Ігоря Сікорського"*. Серія: Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження. 2017. N 1. С. 39-43. DOI: 10.20535/2306-1626.1.2017.119467

16. Shcherbina V., Shvachko D., Borshchik S. Heat exchange simulation in energy zones of a rotarykiln with change of heat resistance of the body. Technology audit and production reserves 2019. №6/1(50). pp. 36-41. DOI: https://doi.org/10.15587/2312-8372.2019.189169

Додаток 1

Таблиця розглянутих патентів

№ п.п	Предмет пошуку	№ свідоцтва, МПК, країна, Організація, автор	Суть заявленого Технологічного рішення та ціль його створення
1	ГОЛОВКА ЕКСТРУЗІЙНА	№140036 UA, МПК B29C48/025 Автор: Мікульонок Ігор Олегович.	Екструзійна головка, що містить циліндричний корпус з поздовжнім каналом, зафіксований на зовнішній поверхні циліндричного корпусу знімний радіатор охолодження, нагрівник, а також розташоване на виході з поздовжнього каналу сопло з конічним каналом, яка **відрізняться** тим, що радіатор охолодження виконано з поздовжнім розрізом для його фіксації на зовнішній поверхні циліндричного корпусу за рахунок сил пружності. 10
2	КІЛЬЦЕВА	№127230 UA, МПК	Екструзійна головка, що

	ЕКСТРУЗІЙНА ГОЛОВКА	B29C47/12 Автор: Мікульонок Ігор Олегович	містить корпус з циліндричним каналом та розташоване на його виході сопло з конічним каналом, яка **відрізняється** тим, що на поверхнях циліндричного каналу корпуса та конічного каналу сопла виконано поздовжні ребра, що на своїх кінцях сходяться нанівець.
3	ГОЛОВКА ЕКСТРУЗІЙНА	№123458 UA, МПК B29C47/14 Автори: Сокольський Олександр Леонідович, Сівецький Володимир Іванович, Колосов Олександр Євгенович, Халімовський Олексій Модестович	Екструзійна головка, що містить канал для протікання розплаву з щонайменше одним додатковим каналом, який оснащено вузлом додаткового живлення з дозувально-завантажувальним пристроєм, яка **відрізняється** тим, що вузол додаткового живлення виконаний у вигляді черв'ячного пластикатора, а дозувально-завантажувальний пристрій виконаний у вигляді циліндра зі штоком, який виконаний з можливістю зворотно-поступального переміщення.

4	ЕКСТРУЗІЙНА ГОЛОВКА ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ПОРОЖНИСТОГО ВИРОБУ	№116907 UA, МПК B29C47/12 Автор: Мікульонок І.О. ,	Екструзійна головка, що містить корпус з каналом для проходу перероблюваного матеріалу, при цьому в каналі розміщено вставку для введення в потік перероблюваного матеріалу щонайменше одного компонента, яка **відрізняється** тим, що вставку виконано у вигляді тіла обертання, наприклад кулі або диска, що має наскрізний отвір для проходу перероблюваного матеріалу й розташоване з можливістю повороту в площині, перпендикулярній поздовжній осі каналу корпуса, при цьому в наскрізному каналі вставки з

			можливістю регулювання положення в радіальному напрямку розміщено стрижень з осьовим отвором для подачі зазначеного компонента, сполученим з каналом корпуса за допомогою спрямованого в бік руху потоку перероблюваного матеріалу радіального отвору.
5	Головка екструзщійна	№116907 UA, МПК B29C47/12 Автор: Мікульонок І.О.	Екструзійна головка, що містить корпус з каналом для проходу перероблюваного матеріалу, при цьому в каналі розміщено вставку для введення в потік перероблюваного матеріалу щонайменше одного компонента, яка **відрізняється** тим, що вставку виконано у вигляді

			тіла обертання, наприклад кулі або диска, що має наскрізний отвір для проходу перероблюваного матеріалу й розташоване з можливістю повороту в площині, перпендикулярній поздовжній осі каналу корпуса, при цьому в наскрізному каналі вставки з можливістю регулювання положення в радіальному напрямку розміщено стрижень з осьовим отвором для подачі зазначеного компонента, сполученим з каналом корпуса за допомогою спрямованого в бік руху потоку перероблюваного матеріалу радіального отвору.
6	Екструзійна головка для формування порожнистого виробу	№68120 UA, МПК B29C47/20 Автори: Мікульонок Ігор Олегович, Мартиненко Наталія	Екструзійна головка для формування порожнистого виробу, що містить корпус, розміщений в його порожнині дорн з каналом для подавання повітря всередину формованого порожнистого виробу, яка

		Михайлівна, Гончаренко Василь Власович	**відрізняється** тим, що корпус виконано з немагнітного матеріалу, із зовнішнього боку корпусу на ділянці розміщення дорна змонтовано котушку індуктивності, а дорн виконано з магнітного матеріалу з точкою Кюрі, що відповідає температурі перебігу процесу формування.

Додаток 2

Лістинг програм розрахунку на ЕОМ

```
Program QQ
Implicit None
!Declare var.:
Real:: K1,K2, K3, Mu, dP, Pstart, Pend, Pstep, Q, Q1, Q2, Q3
!_____________________________________

! New data:
 Data K1,K2, K3 /.8E-6, .1E-5, .12E-5/, Mu /2.E3/ ! Koefficients
Data Pstart, Pend, Pstep /0., 40.E6, 1.E6/ !Pressure
!_____________________________________________________

    !Open file for output
    Open(10, file='Q_out.txt', status='REPLACE')

! Start of table
Write(*,*)'   dP         Q1       Q2       Q3' !Output to the screen
Write(10,*)'   dP         Q1       Q2       Q3' !Output to the file
!_____________________________________________________
```

```
                                                    ! Solve
by cycle
    Do dP=Pstart, Pend, Pstep
                                                    ! Calling
function

Q1=Q(dP, K1, Mu)! For K1

Q2=Q(dP, K2, Mu) !For K2

Q3=Q(dP, K3, Mu) !For K3



!Output rezalts into table

Write(*,*)dP, Q1, Q2, Q3 !Output to the screen

Write(10,*)dP, Q1, Q2, Q3 !Output to the file
                                                    !End o
the cycle
                                                    EndDo
!_____________________________________________________


!Close file
Close (10)


!End of the Program QQ
Stop
End Program QQ
```

```
!_____________________________________________

!And now - function

Real Function Q(dP, K, Mu)
Implicit None
!Declare var.:
Real:: K, Mu, dP
!Formula
Q=k*dP/Mu*3600
End Function Q
!Finish
!_____________________________
```

dP	Q1	Q2	Q3
0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
1000000	1,44	1,8	2,16
2000000	2,88	3,6	4,32
3000000	4,32	5,4	6,48
4000000	5,76	7,2	8,64
5000000	7,2	9	10,8
6000000	8,64	10,8	12,96
7000000	10,08	12,6	15,12
8000000	11,52	14,4	17,28
9000000	12,96	16,2	19,44
1,00E+07	14,4	18	21,6
1,10E+07	15,84	19,8	23,76
1,20E+07	17,28	21,6	25,92
1,30E+07	18,72	23,4	28,08
1,40E+07	20,16	25,2	30,24
1,50E+07	21,6	27	32,4
1,60E+07	23,04	28,8	34,56
1,70E+07	24,48	30,6	36,72
1,80E+07	25,92	32,4	38,88

1,90E+07	27,36	34,2	41,04
2,00E+07	28,8	36	43,2
2,10E+07	30,24	37,8	45,36
2,20E+07	31,68	39,6	47,52
2,30E+07	33,12	41,4	49,68
2,40E+07	34,56	43,2	51,84
2,50E+07	36	45	54
2,60E+07	37,44	46,8	56,16
2,70E+07	38,88	48,6	58,32
2,80E+07	40,32	50,4	60,48
2,90E+07	41,76	52,2	62,64
3,00E+07	43,2	54	64,8
3,10E+07	44,64	55,8	66,96
3,20E+07	46,08	57,6	69,12
3,30E+07	47,52	59,4	71,28
3,40E+07	48,96	61,2	73,44
3,50E+07	50,4	63	75,60001
3,60E+07	51,84	64,8	77,76
3,70E+07	53,28	66,6	79,92001
3,80E+07	54,72	68,4	82,08
3,90E+07	56,16	70,2	84,24001
4,00E+07	57,6	72	86,4

Додаток 3

Тези

Модернізація трубної головки екструдера Войтенко В. А., студент, Сівецький В.І., к.т.н., професор Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ Запропоновано вдосконалення трубної голівки черв`ячного екструдера, яке забезпечить отримання виробу зі значно вищою якістю поверхні. В [1÷4] наведені типові конструкції голівок для виготовлення труб Недоліком даної конструкції є не можливість калібрування поверхневого разміру за рахунок мікро нерівностей зовнішньої поверхні . В [1÷5] розглядаються особливості різних варіантів оформлення голівки. З метою покращення базової конструкції голівки використаємо ріщення [3]. Удосконалене конструктивне оформлення голівки показано на рисунку 1. Розплав, що входить у головку, протікає в каналах 5 та 6, при цьому між вихідною частиною дорна 3 та вихідною частиною 2, утворюючи перепади тиску, що призводить до виникнення осьової сили, яка переміщує відносно нерухомої частини дорнотримача 7 матрицю 1 разом із вихідною частиною дорна 3 і рухомою частиною дорнотримача 4. При цьому довжина каналу 5 збільшується, а тиск в головці зменшується. Матриця 1, рухаючись в подовжньому напрямку, передає зусилля на кришку 10 через демпфер 9, який зменшує швидкість переміщення, і пружину 8, яка після зниження тиску відводить матрицю в початкове положення. Оскільки процес відбувається безперервно, то матриця з вихідною частиною дорна здійснює зворотно-поступальні рухи, тим самим поглинаючи пульсації.

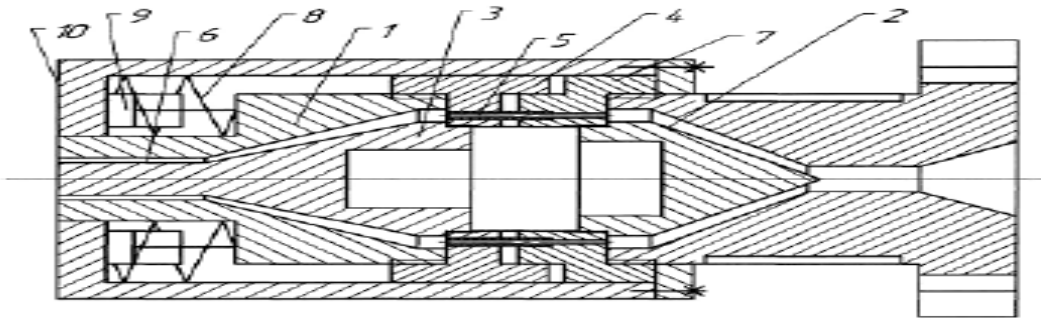


Рис 1 – Головка черв`ячного екструдера

Використання описаної корисної моделі дозволить отримувати екструдовані полімерні вироби зі значно вищою стабільністю розмірів, зменшивши при цьому кількість бракованої продукції.

Література

1. Основи проектування одночерв`ячних екструдерів : навч.посіб./І.О.Мікульонок, О.Л. Сокольський, В.І.Сівецький, Л.Б.Радченко. – К.:НТУУ «КПІ», 2015.-200с.

2. Коваленко І.В. Основні процеси, машини та апарати хімічних виробництв.: навч. посібник /І.В. Коваленко, В.В. Малиновский. К.: «Воля-Інрес»2006.-100с.

3. Раувендааль К. Экструзия полимеров / пер. с англ. Под ред. А.Я. Малкина. – СП6.: 10 Профессия, 2008. Дубинін, А.І. Обладнання хімічних виробництва підприємств будівельних матеріалів.: навч. посібник / А.І.Дубинін, В.М. Атаманюк, В.П. Дулеба, Д.М. Симак, Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013.292с.

4. Басов Н.И. Расчет и конструирование оборудования для производства и переработки полимерных материалов : учеб. Для вузов / Н.И.Басов, Ю.В. Казанков, В.А. Любартович. – М.:Химия, 1986.- 488с. 5. Пат. України № 82205 U, МПК B29C 47/14 (2006.01), опубл. 25.07.2013

Специфікації

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
A0			ЛП61-1.017242.000-70	Складальне креслення		A1
				Детали		
		1	ЛП61-1.017242.001-70	Нагрівник	1	
		2	ЛП61-1.017242.002-70	Нагрівник	1	
		3	ЛП61-1.017242.003-70	Матриця 45х5.8	1	
		4	ЛП61-1.017242.004-70	Перехідник	1	
		5	ЛП61-1.017242.005-70	Дорн	1	
		6	ЛП61-1.017242.006-70	Корпус	1	
		7	ЛП61-1.017242.007-70	Решітка	1	
		8	ЛП61-1.017242.008-70	Дорнотримач	1	
		9	ЛП61-1.017242.009-70	Шпилька	1	
		10	ЛП61-1.017242.010-70	Тарільчата пружина	1	
				Стандартные изделия		
		11		Болт М20-6дх80.58		
				ГОСТ 7898-70	1	
		12		Болт М24-6дх100.58		
				ГОСТ 7805-70	6	
		13		Винт М16-6дх60.68		
				ГОСТ 11738-84	6	
		14		Рым-болт М12		
				ГОСТ 4751-73	1	

Перв. примен. | Справ. № | Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЛП61-1.017242.000-70		
Разраб.		Войтенко			Модернізація трубної головки	Лит.	Лист	Листов 1
Пров.		Сідоров				НТУУ"КПІ", ІХФ	
Н.контр.							
Утв.							

Копировал Формат А4

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме-чание
				Документація		
А1			ЛП61-1.017244.000-70	Вид загальний		А1
				Складальні одиниці		
А1		1	ЛП61-1.017244.001-70	Прес черв'ячний ЧП 45х25	1	А1
А1		2	ЛП61-1.017244.002-70	Пневмозавантажувач	1	
А1		3	ЛП61-1.017244.003-70	Головка трубна	1	А1
А1		4	ЛП61-1.017244.004-70	Ванна охолодження		
				вакуумна	1	
А1		5	ЛП61-1.017244.005-70	Шлях рейковий	1	
А1		6	ЛП61-1.017244.006-70	Ванна охолодження		
				водяна	1	
А1		7	ЛП61-1.017244.007-70	Пристрій для маркування	1	
А1		8	ЛП61-1.017244.008-70	Пристрій тягнучий	1	
А1		9	ЛП61-1.017244.009-70	Пристрій відрізний	1	
А1		10	ЛП61-1.017244.010-70	Пристрій приймальний	1	

Перв. примен. | Справ. № | Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЛП61-1.017244.000-70		
Разраб.		Войтенко			Агрегат для виготовлення труб	Лит.	Лист	Листов 1
Пров.		Сідоров						
Н.контр.						НТУУ"КПІ" ІХФ ХПСМ	
Утв.							

Копировал Формат А4

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме-чание
				Документація		
А0			ЛП61-1.017243.001-70	Складальне креслення		
				Складальні одиниці		
А4		1	ЛП61-1.017243.001-70	Станина	1	
А4		2	ЛП61-1.017243.001-70	Корпус	1	
А4		3	ЛП61-1.017243.001-70	Вентилятор	2	
А4		4	ЛП61-1.017243.002-70	Вентилятор	2	
А4		5	ЛП61-1.017243.001-70	Редуктор	1	
А4		6	ЛП61-1.017243.001-70	Кожух корпуса	1	
А4		7	ЛП61-1.017243.001-70	Опора	1	
А4		8	ЛП61-1.017243.001-70	Система змащення	1	
А4		9	ЛП61-1.017243.001-70	Салазки	2	
А4		10	ЛП61-1.017243.001-70	Фланець	1	
А4		11	ЛП61-1.017243.001-70	Кожух	1	
А4		12	ЛП61-1.017243.001-70	Радіатор	12	
А4		13	ЛП61-1.017243.002-70	Радіатор	4	
А4		14	ЛП61-1.017243.001-70	Система охолодження	1	
А4		16	ЛП61-1.017243.001-70	Воронка завантажувальна	1	
А4		17	ЛП61-1.017243.001-70	Нагрівач	1	
А4		18	ЛП61-1.017243.002-70	Нагрівач	16	
А4		19	ЛП61-1.017243.002-70	Кожух	2	
А4		20	ЛП61-1.017243.003-70	Кожух	16	
А4		21	ЛП61-1.017243.001-70	Рама	2	

Перв. примен. | Справ. № | Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Войтенко		
Пров.		Сідоров		
Н.контр.				
Утв.				

ЛП61-1.017243.000-70

Агрегат для виготовлення труб

Лит.	Лист	Листов
	1	4

НТУУ"КПІ" ІХФ ХПСМ

Копировал Формат А4

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме-чание
				Деталі		
		23	ЛП61-1.017243.001-70	Вісь	4	
		24	ЛП61-1.017243.001-70	Кришка	1	
		25	ЛП61-1.017243.002-70	Кришка	1	
		26	ЛП61-1.017243.003-70	Кришка	1	
		27	ЛП61-1.017243.001-70	Підкладка	4	
		28	ЛП61-1.017243.001-70	Гвинт регулювальний	4	
		29	ЛП61-1.017243.001-70	Гвинт стопорний	4	
		30	ЛП61-1.017243.004-70	Кришка	2	
		31	ЛП61-1.017243.001-70	Прокладка	1	
		32	ЛП61-1.017243.002-70	Прокладка	1	
		33	ЛП61-1.017243.005-70	Кришка	5	
		34	ЛП61-1.017243.006-70	Кришка	1	
		35	ЛП61-1.017243.007-70	Кришка	1	
		36	ЛП61-1.017243.008-70	Кришка	1	
		37	ЛП61-1.017243.001-70	Скоба	1	
		38	ЛП61-1.017243.001-70	Скоба	1	
		39	ЛП61-1.017243.001-70	Кронштейн	1	
				Стандартні вироби		
		40		Болт М6х25.48.06	8	
				ГОСТ 7798-70		
		41		Болт М10х25.48.06	10	
				ГОСТ 7798-70		
		42		Болт М12х30.48.06	14	
				ГОСТ 7798-70		
		43		Болт М16-6дх90.58.06	12	
				ГОСТ 7798-70		

Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЛП61-1.017243.000-70	Лист 2

Копировал Формат А4

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме-чание
		44		Болт М20х70.48.06	12	
				ГОСТ 7798-70		
		45		Болт М24х70.48.06	4	
				ГОСТ 7798-70		
		46		Гвинт М4-8дх10.48.06	58	
				ГОСТ 1491-80		
		47		Гвинт ВМ5-6дх10.48.06	2	
				ГОСТ 17473-80		
		48		Гвинт ВМ6-6дх20.48.06	16	
				ГОСТ 1491-80		
		49		Гайка М10.6.06	8	
				ГОСТ 5915-70		
		50		Гайка М16.6.06	9	
				ГОСТ 5915-70		
		51		Гайка М80.6.06		
				ГОСТ 5915-70	4	
		52		Шайба 5.65 Г.05	2	
				ГОСТ 6402-70		
		53		Шайба 6.65 Г.05	24	
				ГОСТ 6402-70		
		54		Шайба 10.65 Г.05	12	
				ГОСТ 6402-70		
		55		Шайба 12.65 Г.05	14	
				ГОСТ 6402-70		
		56		Шайба 16.65 Г.05	20	
				ГОСТ 6402-70		
		57		Шайба 20.65 Г.05	12	
				ГОСТ 6402-70		
		58		Шайба 24.65 Г.05	4	
				ГОСТ 6402-70		
		59		Шайба 16.02.06	8	
				ГОСТ 10906-78		

Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЛП61-1.017243.000-70	Лист 3

Копировал Формат А4

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме-чание
		60		Шайба 4.02.016	38	
				ГОСТ 11371-78		
		61		Шайба 2.16.02.019	7	
				ГОСТ 11371-78		
		62		Болт фундаментний М16х400	7	
		63		Шпонка	1	
				Матеріали		
		64		Електродвигун постійного	1	
				струму типу 4ПФМ2804МХЛ4		
				100 кВт, 1000 об/хв		

Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЛП61-1.017243.000-70	Лист 4

Копировал Формат А4

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Арк. 10